radio und fernsehen

Zeitschrift für Radio · Fernsehen · Elektroakustik und Elektronik

Ein Universalfernsehservicegerät in Bausteinweise

PREIS DM 2,00 · 12. JAHRGANG

VERLAGSPOSTORT LEIPZIG · FÜR DBR BERLIN

FEBRUAR 1963 **4**



VEB VERLAG TECHNIK · BERLIN

AUS DEM INHALT

OBSAH

СОДЕРЖАНИЕ

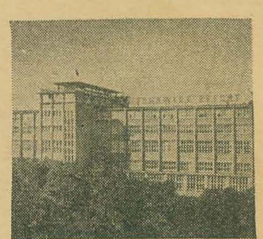
VEB VERLAG TECHNIK
Verlagsleiter: Dipl. oec. Herbert Sandig
Berlin C 2, Oranienburger Straße 13/14.
Telefon 420019, Fernverkehr 423391, Fernschreiber 011441 Techkammer Berlin (Technikverlag), Telegrammadr.: Technikverlag Berlin
radio und fernsehen
Verantw. Redakteur: Dipl. oec. Peter Schäffer
Redakteure: Adelheid Blodszun, Ing. Karl Belter, Ing. Horst Jancke
Veröffentlicht unter ZLN 1109 der DDR
Alleinige Anzeigenannahme:
DEWAG-WERBUNG BERLIN, Berlin C 2, Rosenthaler Str. 28/31 u. alle DEWAG-Betriebe in den Bezirksstädten der Deutschen Demokratischen Republik. Gültige Preisliste Nr. 1
Druck: Tribüne Druckerei Leipzig III/18/36

Erscheint zweimal im Monat, Einzelheft 2,— DM

Bestellungen nehmen entgegen
Deutsche Demokratische Republik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel, die Beauftragten der Zeitschriftenwerbung des Postzeitungsvertriebes und der Verlag
Deutsche Bundesrepublik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag
Auslieferung über HELIOS Literatur-Vertriebs-GmbH, Berlin-Borsigwalde, Eichhorndamm 141—167

Ausland:
Volksrepublik Albanien: Ndermarja Shetnore Botimeve, Tirana
Volksrepublik Bulgarien: Direktion R. E. P., Sofia, 11 a, Rue Paris
Volksrepublik China: Guozi Shudian, Peking, 38, Suchou Hutung
Volksrepublik Polen: P. P. K. Ruch, Warszawa, Wilcza 46
Rumänische Volksrepublik: Directia Generala a Postei si Difuziarii Presei Poltut Administrativ C. F. R. Bukarest
Tschechoslowakische Sozialistische Republik: Orbis Zeitungsvertrieb, Praha XII, Vinohradská 46 und Bratislava, Leningradska ul. 14
UdSSR: Die städtischen Abteilungen „Sojuspetschatj", Postämter und Bezirkspoststellen
Ungarische Volksrepublik: „Kultura" Könyv és hirlap külkereskedelmit vállalat, P. O. B. 149, Budapest 62
Für alle anderen Länder: VEB Verlag Technik, Berlin C 2, Oranienburger Straße 13/14

CONTENTS



Titelbild:

Aus dem VEB Funkwerk Erfurt berichten wir gleich zweimal im vorliegenden Heft. Unser Bild zeigt den Neubau des Werkes.

UNSERE LESER SCHREIBEN

Da ich in den hiesigen Fachgeschäften keine Auskunft bekommen konnte, möchte ich mich mit folgenden Fragen an Sie wenden:

1. Wird in der DDR eine Testschallplatte für Stereo-Anlagen hergestellt? (Einstellen der beiden Kanäle usw.)
2. Wird bei uns ein Tonband mit verschiedenen Frequenzen als Testband hergestellt?

W. H., Jena

Eine Testschallplatte gibt es vom VEB Deutsche Schallplatte unter der Bezeichnung LB 101 zum Messen der Übersprechdämpfung bei Stereoanlagen. Testschallplatten zum Einstellen der beiden Kanäle auf gleiche Lautstärke sollen nach Auskunft der Herstellerfirma Anfang dieses Jahres in den Handel kommen.
Tonbänder mit verschiedenen Frequenzen zum Messen von Anlagen werden unseres Wissens nicht im Einzelhandel vertrieben. Die interessierten Stellen (Betriebsfunkstudios usw.) lassen solche Bänder von einem Studio unseres Rundfunks anfertigen.

*

Meine Anfrage richtet sich an die Entwicklungsingenieure vom VEB Fernsehgerätewerk Staßfurt. Von welchen Gesichtspunkten haben Sie sich leiten lassen, als Sie das Standgerät 53 ST 201 mit UKW projektierten? Bestimmt würden Sie selbst dieses Gerät nicht kaufen, wenn Sie wüßten, daß das Auswechseln bzw. Festschrauben der Skalenlämpchen den Ausbau des gesamten Chassis einschließlich Bildröhre erfordert! Wo bleibt hier das Bestreben, Weltniveau zu erreichen? ...
Wie wäre es, wenn man die Schallwand, die sich unter der Skala des UKW-Teiles befindet, um 3···4 cm nach innen neigt (bei dem „Brockenblick“ ging es) die Holzleiste ausschneidet dort, wo sich Tastensatz und Lämpchen befinden, und mit einem Stück Pappe verkleidet. Der Besitzer des Gerätes wäre somit in der Lage, die Lämpchen selbst zu erneuern. Dem Werk würden große Garantiekosten erspart bleiben.
Sehen Sie bitte meine Kritik als Verbesserungsvorschlag an, Sie sparen sich, den Vertragswerkstätten und dem Kunden viel Ärger! Unsere Freunde in der ČSSR haben sogar das Problem des Reinigens der Schutzscheibe und der Bildröhre hervorragend gelöst (siehe das Gerät „Lotos“).

H. C., HO Rundfunk-Fernseh-Garantiewerkstatt, Wolfen

*

Als langjährige Leser Ihrer Zeitschrift „radio und fernsehen“ wollen wir heute auch mal zu dem Thema „Bastlerbedarf“ von seiten des Handels Stellung nehmen. Dieses Thema zieht sich doch wie ein roter Faden durch Ihre Zeitschrift, und es ist darin schon viel dazu Stellung genommen worden, leider aber bisher noch nicht von irgendeinem Handelsorgan. Anlaß gab uns der Artikel „Schön ist so ein Ringelspiel ...“ im Heft 22 (1962).
Seit mehreren Jahren haben wir einen ziemlich umfangreichen Handel mit Rundfunkbauteilen aufgebaut. Neuerdings haben wir auch den Versand von solchen Artikeln aufgenommen [siehe Anzeige in Ihrer Zeitschrift 19 (1962)]. Man steht aber dabei manchmal vor fast unüberwindlichen Schwierigkeiten von seiten des Großhandels und der Produktion. Dafür einige Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit.
In Heft 17 (1962) befand sich eine große Anzeige des VEB Halbleiterwerkes Frankfurt/Oder und des VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin-Oberschöneweide. In dieser Anzeige boten beide Werke Transistoren und Germanium-Dioden zur sofortigen Lieferung über den Fachhandel an. Da wir vom VKM-Potsdam nicht immer alle Typen erhalten konnten und auch immer mit einer sehr langen Lieferzeit (bis zu 6 Monaten) rechnen mußten, schrieben wir an beide Werke am 11. 9. 62. Wir forderten von beiden Werken Angebote und Mitteilung über die Mindestabnahmemenge an. Nach Frankfurt haben wir am 20. 10. 62 dann noch einmal geschrieben. Leider haben wir aber bis heute von beiden Werken auch nicht eine Zeile erhalten. Sie halten es einfach nicht für notwendig, auf unsere Schreiben zu antworten. Ich kann deshalb die Handelsorgane verstehen, welche sagen, der Handel mit Bauteilen lohnt sich nicht. Wenn wir immer alles auf Lager haben wollen, so braucht man schon bald eine eigene Sekretärin zur Bearbeitung der anfallenden Korrespondenz. Diese Aufzählung von Schwierigkeiten ließe sich noch beliebig fortsetzen ...
Sollten Sie Zuschriften von Ihren Lesern betreffs Bauteile erhalten, so können Sie sie an uns verweisen. Wir haben bisher fast alle Bestellungen realisieren können.

Konsum-Genossenschaft Dahlen e.G.m.b.H., Elektro-V.St. 386 Wermsdorf bei Oschatz, Klara-Zetkin-Straße 30

*

Ich besitze einen „Oberon“. Auf Grund meiner guten Wohnlage habe ich guten UKW-Empfang mit der Gehäuse-Antenne. Um noch „ein klein wenig mehr“ hereinzubekommen, möchte ich gern im Apparat einen einstufigen Antennenverstärker anbringen.
Da ich noch keinerlei Erfahrungen mit Antennenverstärkern habe, hätte ich gern gewußt, ob das sinnvoll ist. Wenn ja, würden Sie mir bitte eine Bauanleitung zusenden? Eine Außenantenne möchte ich vermeiden, da ich bald umziehe und zudem den Antennenwald nicht vergrößern möchte.

G. G., Ilmenau

Für Ihr Problem gilt der alte UKW-Leitsatz: Eine gute Dachantenne ist der beste Antennenverstärker — handeln Sie danach. Ein Antennenverstärker würde die Grenzempfindlichkeit Ihres „Oberon“ nicht erhöhen — eher das Gegenteil wäre der Fall!

Im nächsten Heft finden Sie unter anderem ...

- Gleichspannungsverstärker
- Die Faseroptik und ihre Anwendung in der Technik
- Netzgleichrichter, Transformatorberechnung
- Eigenschaften und Anwendungen piezoelektrischer Keramik als Filter in der HF-Technik
- Der Antrieb bei Heimtonbandgeräten



▼ **Im VEB Funkwerk Erfurt** wurde die Oszillografenröhre B 10 S 6 in die Serienfertigung aufgenommen. Dadurch wird es dem VEB Carl Zeiss Jena möglich, auf die bisher notwendigen Westimporte von Röhren für das Ultraschallprüfgerät „Sonovisor 11" zu verzichten.

▼ **Der Intervision** angeschlossen haben sich das bulgarische und das rumänische Fernsehen. Bisher umfaßte das Intervisionsnetz die UdSSR, die DDR, die ČSSR, Polen und Ungarn.

▼ **Eine dreijährige Garantie** für Rundfunk- und Fernsehgeräte bietet der schwedische Einzelhandel seinen Kunden, obwohl die Importeure und Fabrikanten wie bisher nur eine halbjährige Garantie leisten.

▼ **Die Fernsehgeräteproduktion** wird sich in der Volksrepublik Bulgarien in diesem Jahr gegenüber 1962 verdoppeln. Als neuer Typ wird der „Kristall" mit 59er Bildröhre gefertigt werden.

▼ **Mit der sowjetischen Weltraumstation „Mars 1"** wurde Ende Januar erneut mehrmals Funkverbindung aufgenommen. Die Station war zu dieser Zeit etwa 39 Mill. Kilometer von der Erde entfernt.

▼ **Compactrons** (Mehrfachröhren mit drei oder vier Systemen) verwendet die General Electric Co. (USA) weitgehend in ihren TV-Empfängern. Insgesamt konnten 30 bisher verwendete „konventionelle" Röhren durch 19 verschiedene Typen von „Compactrons" ersetzt werden. Daneben werden aber auch noch herkömmliche Röhrentypen verwendet. Der Einsatz von Mehrfachröhren scheint von besonderem Interesse für kleine und leichte Fernsehempfänger zu sein.

▼ **Berichtigung:** Heft 23 (1962) S. 735: Der Hersteller der in dem Beitrag „Transistormikrofonvorverstärker hoher Empfindlichkeit für Tauchspulmikrofone" genannten Tauchspulmikrofone ist nicht der VEB Funkwerk Leipzig, sondern der VEB Gerätewerk Leipzig. Ferner möchten wir darauf hinweisen, daß die Mikrofone DHM 61 und DHM 62 in Normalausführung mit einem eingebauten Übertrager versehen sind und hinsichtlich der Spannungsabgabe etwa den Kristallmikrofonen entsprechen.
Heft 18 (1962) S. 565: In bezug auf das Schaltbild bitten wir folgende Hinweise zu beachten. R_{21} muß an R_{30} liegen, nicht gegen Masse; C_{48} muß an Kontakt 7 von $S_{3\text{-}3}$, Kontakt 8 bleibt frei, Verbindung Kontakt 6—7 lösen; C_{10} ist umzupolen.

Neue Dokumentationsdienste ab 1. Januar

Das Institut für Dokumentation der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin hat entsprechend den Bedürfnissen der Industriezweige die Dokumentationsdienste auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik neu zusammengestellt.
Ab 1. Januar 1963 erscheinen folgende Dokumentationsdienste aus dem Bereich Nachrichten- und Meßtechnik mit den Gruppen:

I drahtgebundene Nachrichtentechnik
II Funktechnik
III elektronische Meßtechnik
IV Querschnittsfragen, wie Kybernetik, Raumakustik u. a.

Aus dem Gebiet Rundfunk- und Fernsehtechnik erscheinen die Gruppen:

I Rundfunktechnik
II Fernsehtechnik
III Elektroakustik
IV Richtfunktechnik (außer Funkmeßtechnik)
V Sende- und Empfangstechnik
VI Querschnittsfragen, wie Fertigungstechnik, Ökonomik u. a.

Der Dokumentationsdienst elektronische Bauelemente erscheint wie bisher.

Wichtige Literaturzusammenstellungen

Dem Bulletin wichtiger Literaturzusammenstellungen 12 (1962) entnahmen wir folgende Hinweise:
Literatur über die Anwendung elektronischer Rechenmaschinen in Technik, Wirtschaft und Verwaltung
Titelanzahl: 602. Berichtsz.: 1957 bis 1962.
Hrsg.: VEB Entwicklung u. Projektierung kerntechn. Anlagen. Berlin-Pankow, Görschstr. 45/46.
Literatur über elektronische Rechenmaschinen (Nachtrag 1) (DK: 681.14:621-523.8).
Lit.-Nr.: 180. Titelanzahl: 45. Berichtsz.: 1961.
Hrsg.: Techn. Universität Dresden. Fak. f. Bauwesen. Dok. Dresden A 27, Bayreuther Straße, Haus 17
Literatur über subjektive Bildgütebeurteilung beim Fernsehen (DK: 621.397.8:53.087.2).
Lit.-Nr.: 58/62. Titelanzahl: 34. Mit Annotationen. Berichtsz.: 1951 bis 1960.
Hrsg.: Universitäts-Bibliothek. TWA Jena, Goetheallee 6
Literatur über transistorisierte Operationsverstärker für Analogrechner (DK: 681.14.001.57).
Lit.-Nr.: 28. Titelanzahl: 33. Berichtsz.: 1956—1962. Nur Zeitschriftenaufsätze.
Hrsg.: Zentralinst. f. Automatisierung. HA Literatur, Abt. Dok. Dresden N 2, Postfach 40.
Interessenten haben die Möglichkeit, die angeführten Literaturzusammenstellungen gegen eine Gebühr bei der jeweils angegebenen Institution als Abschrift oder Fotokopie zu bestellen.

Das erste elektronisch gesteuerte Fernsprechamt

das gleichzeitig das erste öffentliche Amt der Welt mit sogenannten Schutzgaskontakten ist, wurde Ende 1962 in München in Betrieb genommen. Es arbeitet zunächst mit 500 Anschlüssen, die später auf 3000 Anschlüsse erweitert werden sollen. Seine Vorzüge sind größere Schnelligkeit bei der Herstellung von Verbindungen, lange Lebensdauer der technischen Einrichtungen und die Tatsache, daß diese kaum mehr beaufsichtigt oder gewartet werden müssen, da die technische Überwachung von Prüfrobotern übernommen wurde. Bei der elektronischen Vermittlung in diesem Amt werden die Impulse der gewählten Nummern von einem Zentrum aufgenommen, das sie ausgewertet an Schaltglieder weitergibt. Um eine einzige Verbindung herzustellen, sind rund 1000 Einzeloperationen nötig, die im Bruchteil einer Sekunde abgewickelt werden. Diese Geschwindigkeit wäre jedoch sinnlos, wenn das folgende Durchschalten der Verbindungen in der bisher üblichen Weise vonstatten ginge. Daher wurden Schaltmittel gesucht, die mit der Schnelligkeit der Elektronik Schritt halten können. Man fand sie in den sogenannten Schutzgaskontakten, die für einen Kontaktschluß lediglich zwei Tausendstel Sekunden benötigen. Bei den Schutzgaskontakten handelt es sich um 5 cm lange Glasröhrchen (in den USA bezeichnet man sie als „trockene Rohre" = „dry reeds"), in denen zwei kleine Metallzungen eingebettet liegen, die an den Berührungsstellen mit einer Goldschicht überzogen sind. Die Röhrchen, die luftdicht abgeschlossen sind, sind mit Schutzgas gefüllt, dessen Zusammensetzung die Güte und Lebensdauer der Kontakte bestimmt. Um die Schutzgaskontakte in Tätigkeit zu setzen, sind mehrere von ihnen im Innern von Spulen untergebracht und zu sogenannten Magnetfeldkopplern vereinigt. Das Magnetfeld der elektrischen Spulen wirkt auf die Kontaktzungen ein und drückt sie mit einer Kraft von 20 p so aneinander, daß der Kontakt hergestellt wird.

Elektronische Rechenmaschine als Lehrer im Deutschunterricht

Elektronische Rechenmaschinen können als Lehrer im Deutschunterricht verwendet werden. Zu diesem Schluß kam, wie die sowjetische Nachrichtenagentur TASS meldete, eine Forschergruppe der Universität Leningrad nach entsprechenden Versuchen. „Ural 1", eine elektronische Rechenmaschine der Universität, überprüfte nicht nur die Kenntnisse der Studenten, sondern erklärte ihnen auch die Art ihrer Fehler. Vorangegangen war allerdings eine mehrjährige systematische Untersuchung der von Deutsch-Studenten gemachten Fehler, mit deren Ergebnissen der Apparat programmiert worden war. Bei den Versuchen wurden die Studenten dazu angehalten, der Maschine auf die von ihr ausgegebenen Aufgaben absichtlich falsche oder nicht ausreichende Antworten zu geben. So etwa gab der Apparat die Aufgabe aus, eine Kombination von Adjektiv und Substantiv zu übersetzen. Wenn die Studenten antworteten „wir können das nicht", erwiderte die elektronische Rechenmaschine: „Dann stellen Sie fest, welches dieser Wörter an erster Stelle steht". Die Studenten antworteten: „das Verb". „Falsch", sagte die Maschine und erklärte die Merkmale des Verbs, um dann die ursprüngliche Frage zu wiederholen. Diese Art des Dialogs wurde so lange fortgesetzt, daß, wie TASS schreibt, ein gewöhnlicher Lehrer längst die Geduld verloren hätte.

Lehrgang „Halbleiterbauelemente in der Starkstromtechnik"

Das Institut für Halbleitertechnik Teltow veranstaltet vom 8. 4. 1963 bis 11. 4. 1963 zusammen mit der Bezirksleitung der KDT Potsdam in Wolzig bei Königs Wusterhausen einen einführenden Lehrgang: „Halbleiterbauelemente in der Starkstromtechnik" mit folgenden Vorträgen:
8. 4. 1963
Dipl.-Ök. Wagner: „Ökonomische Probleme der Halbleitertechnik", Dipl.-Math. Wesnigk: „Physikalische Grundlagen der Halbleiter und die Physik des Transistors",
9. 4. 1963
Dipl.-Ing. Kunert: „Halbleitergleichrichter und ihre Anwendung", Dipl.-Ing. Bura: „Gesteuerte Halbleitergleichrichter und ihre Anwendung",
10. 4. 1963
Ing. Werner: „Der Transistor als Schalter", „Das Wichtigste über die Translogbausteine", Dipl.-Ing. Hans Schulze: „Schaltalgebra",
11. 4. 1963
Dipl.-Ing. Horst Schulze: „Über Schutzmaßnahmen bei Siliziumgleichrichtern".
Anmeldungen sind an die Bezirksleitung der KDT Potsdam, Weinbergstraße 20, zu richten.

Statistik der Rundfunk- und Fernsehteilnehmer in der DDR

Stand vom 31. 12. 1962

Bezirksdirektion für Post- und Fernmeldewesen	Rundfunkteilnehmer insgesamt	davon Fernsehteilnehmer
Rostock	244 531	85 500
Schwerin	180 894	62 710
Neubrandenburg	182 899	61 989
Potsdam	366 207	137 437
Frankfurt (Oder)	205 516	73 073
Cottbus	251 423	83 152
Magdeburg	424 296	162 859
Halle (Saale)	630 346	217 672
Erfurt	382 842	138 912
Gera	236 427	77 126
Suhl	159 919	57 367
Dresden	664 775	195 808
Leipzig	549 847	159 927
Karl-Marx-Stadt	755 919	243 196
Berlin	434 371	135 749
	5 670 212 (+ 37 998)	1 892 477 (+ 129 505)

radio und fernsehen

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO · FERNSEHEN · ELEKTROAKUSTIK · ELEKTRONIK

12. JAHRGANG · 2. FEBRUARHEFT 4 1963

„Ausschußsenkung bei Empfängerröhren"

Über die Notwendigkeit, die Qualität unserer Erzeugnisse weiter zu verbessern, ist schon viel gesprochen und geschrieben worden. Das ganze Problem wurde erst kürzlich auf dem VI. Parteitag der SED in seinen ökonomischen und politischen Zusammenhängen umfassend dargestellt. Von ihrer Qualität hängt die Exportfähigkeit unserer Produkte weitgehend ab; und auch der Bürger unserer Republik kauft lieber Qualitätsware. Das äußere und innere Ansehen unserer Republik hängt unmittelbar von der Qualität der Erzeugnisse ab, die wir herstellen.

Bei dem Begriff: „Qualität eines Produktes" müssen drei Faktoren unterschieden werden: erstens sein technischer Stand und seine technischen Merkmale (Funktion, Eigenschaften, Zuverlässigkeit, Lebensdauer, Bedienungskomfort, Gewicht, Größe usw.), zweitens — das ist die ökonomische Seite dieses Begriffs — die Technologie seiner Fertigung (Fertigungsart und -prinzip, Anteil der Mechanisierung bzw. Automatisierung und der Elektronifizierung usw.) und drittens die Einhaltung der Fertigungstechnologie im Produktionsprozeß, d. h. die Einhaltung der technischen Güte- und Liefervorschriften in der Produktion. Im vorliegenden Artikel geht es um den dritten Aspekt. Dabei wird sich herausstellen, daß die drei Kennziffern: Qualität der Produktion, Selbstkosten und Quantität der Produktion eng miteinander zusammenhängen. Das ist an sich ganz selbstverständlich, denn bei schlechter Produktion stellt man keine Fertigerzeugnisse her, sondern Ausschuß, und dabei steigen natürlich die Selbstkosten. Umgekehrt wird man bei Unterschreitung des geplanten Ausschusses die Produktion überplanmäßig steigern und die Selbstkosten über den Plan hinaus senken.

In der Empfängerröhrenproduktion des VEB Funkwerk Erfurt war im I. Quartal 1961 eine ernste Lage entstanden. Der geplante Ausschuß bei Miniaturröhren war um 25% überschritten worden. Das Ingenieurkollektiv der Fertigungsüberwachung war aus personellen Gründen nicht in der Lage, das Problem zu lösen. Daraufhin bildete sich unter Mitarbeit der Betriebsparteiorganisation der SED und der Betriebssektion der KDT ein Kollektiv von Fertigungsüberwachungs-, Fertigungs- und Entwicklungsingenieuren, das sich Anfang Juni 1961 zu einer Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Ausschußsenkung bei Empfängerröhren" zusammenschloß. Die Aufgabe bestand zunächst darin, bei bestimmten Empfängertypen den Ausschuß auf und möglichst unter den Plan zu senken. Wie dies gelang, zeigt Tabelle 1.

Dabei ist eine Röhre dann Ausschuß, wenn ihre Daten nicht innerhalb der Werkskennwerte liegen und diese Kennwerte auch durch Nacharbeit nicht erreicht werden können.

Bereits durch diese Ausschußsenkung wurde eine Selbstkostensenkung von 310000,— DM erzielt. Davon stellen 100000,— DM eine Selbstkostensenkung auf Grund der überplanmäßigen Senkung des Ausschusses dar.

Daraufhin wurden der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft neue, höhere Aufgaben gestellt. Sie sollte jetzt den kumulativen Durchschnittsausschuß über alle Empfängerminiaturröhren für das Jahr 1961 unter den Plan senken und damit einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung des Produktionsplanes leisten. Aus Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde, lag nämlich das Ist der Tagesleistung der Produktion bei Anrechnung des geplanten Ausschusses unter der Planleistung und konnte nur durch Senkung des Ausschusses unter den Plan gesteigert werden. Die Arbeitsgemeinschaft wurde entsprechend der neuen Aufgabenstellung umgebildet und erweitert. Wie diese Aufgabe erfüllt wurde, zeigt die Zusammenstellung Tabelle 2.

Auf Grund der überplanmäßigen Senkung des Ausschusses gelang es, den Produktionsplan für Empfängerröhren zu erfüllen. Gleichzeitig wurden die Selbstkosten für alle Miniaturröhrentypen um 1172640,— DM unterschritten.

Für 1962 wurde zunächst einmal der geplante Ausschuß für Miniaturröhren erheblich gesenkt. Der geplante Ausschuß 1962 beträgt 69,2 gegenüber dem Plan 1961 = 100 bzw. 90,8 gegenüber dem Ist 1961 = 100. Ferner wurde 1962 die Produktion weiterer Spanngitterröhren aufgenommen, für deren Fertigung und damit den zu erwartenden Ausschuß noch keine Erfahrungen vorlagen. Der Planung mußten also geschätzte Werte zugrunde gelegt werden. Bei Einschätzung der in Tabelle 3 zusammengefaßten Ergebnisse ist es notwendig, sich dieser Tatsache bewußt zu bleiben.

Die Sozialistische Arbeitsgemeinschaft „Ausschußsenkung bei Empfängerröhren", die wiederum entsprechend ihrer neuen Aufgabenstellung umgebildet wurde, übernahm die Verpflichtung, den Ausschuß der Miniaturröhrenfertigung gegenüber dem Plan = 100 auf 73 und bei den Spanngitterröhren auf 93,7 zu senken. Bei Redaktionsschluß lagen uns die Ergebnisse nach Tabelle 3 vor:

Tabelle 1: Ausschußsenkung bei ausgewählten Röhrentypen Jan.—August 1961 (Planausschuß = 100)

Röhrentyp	Planausschuß	Ist-Ausschuß Jan.—April	Ist-Ausschuß Juni—August
ECC 84	100	154	98,5
PCC 84	100	111	92,5
EC 86	100	163	86,0
PC 86	100	174	72,2
PL 84	100	154	86,5

Tabelle 2: Durchschnittsausschuß über alle Empfänger-(Miniatur-)Röhren 1961 (Planausschuß = 100)

Geplanter Ausschuß 1961	100
Senkung des Ausschusses als Zielsetzung des TOM-Planes auf	95,4
Ist-Ausschuß im I. Quartal 1961	125,0
Ist-Ausschuß im September 1961	75,5
Ist-Ausschuß im IV. Quartal 1961	59,5
Ist-Ausschuß für das ganze Jahr 1961 (kumulativ)	76,0

Tabelle 3: Bewegung des Ausschusses der Empfängerröhrenfertigung 1962 (Planausschuß = 100)

Röhrentyp	Geplanter Ausschuß	Ist-Ausschuß			Gesamt-Ausschuß 1962
		II/1962	III/1962	IV/1962	
Miniaturröhren	100	58,5	73,0	64,0	67,6
ECC 88	100	38,6	12,2	76,6	52,0
PCC 88	100	38,6	16,2	26,4	43,2
EF 184	100	111,9	106,3	67,2	93,5

Bis Ende November betrug die Senkung der Selbstkosten auf Grund der Unterschreitung des geplanten Ausschusses bereits 1670000,— DM.

Mit welchen Methoden hat diese Sozialistische Arbeitsgemeinschaft ihre Ziele erreicht? Es sei zunächst einiges über die Zusammensetzung der Arbeitsgemeinschaft gesagt. An ihrer Spitze steht der Leiter der Fertigungsüberwachung Herr Ing. W. König; zu ihr gehören die Leiter der Abteilungen Vorfertigung, Spanngitterfertigung, Katodenfertigung, Röhrenaufbau, Endfertigung, Formiererei, des Prüffeldes, des Prüffeldes für Sondermessungen, der Abteilung chemische Fertigung und der technisch-wissenschaftlichen Abteilung, ferner Ingenieure der Fertigungsüberwachung und des Prüffeldes. Aus der Entwicklung gehören ihr an: die Leiter der Abteilungen Röhrenkonstruktion, Typenentwicklung, der Versuchsstelle und der Applikationsstelle und weitere Ingenieure aus diesen Entwicklungsabteilungen. In der weiteren Arbeit wird wesentlich auf die Erfahrungen der Produktionsarbeiter zurückgegriffen. Bei jedem der Senkung des Ausschusses dienenden Versuch werden die Produktionsarbeiter an ihren Arbeitsplätzen grundsätzlich zu Rate gezogen, und ihre Stellungnahmen — so erklärte uns Herr Ing. König — geben in der Regel den Ausschlag für die zu ergreifenden Maßnahmen.

Als nächstes sei das System der Vorkontrolle erklärt: Von der Produktion der jeweiligen Schicht werden 50 Stück Röhren je Automat und Typ hinter dem Pumpprozeß als Vorkontrolle entnommen, umgehend formiert- und von der Fertigungsüberwachung geprüft (statische Parameter und dynamisches Verhalten). Über einige interessante technische Probleme der Prüfungen an Empfängerröhren im VEB Funkwerk Erfurt berichten Herr Jansen und Herr Lembke in der Zeitschrift ,,Nachrichtentechnik"[1]). Entsprechend den Resultaten der Vorkontrolle hat der Überwachungsingenieur eines bestimmten Röhrentyps (Typenbearbeiter) die Möglichkeit, operativ in den Fertigungsprozeß einzugreifen und sofort Änderungen zu veranlassen, wenn der Ausschuß eine bedrohliche Höhe angenommen haben sollte. Sollte die Art des Ausschusses ein grundsätzliches technologisches Problem aufwerfen, oder ist es dem Überwachungsingenieur auf Grund seines vielseitigen Aufgabengebietes nicht möglich, die Ursache des Ausschusses in der erforderlichen kurzen Zeit zu beseitigen, so stehen ihm alle in Frage kommenden Fachleute aus Fertigung und Entwicklung als Mitglieder der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft zur Verfügung. Diese enge Zusammenarbeit führt — sozusagen als Nebenprodukt — dazu, daß die Entwicklungsingenieure in noch stärkerem Maße fertigungsgerecht denken lernen und damit Neuentwicklungen reibungsloser in die Fertigung übergeleitet werden, während andererseits die Fertigungsfachleute noch mehr die Notwendigkeit der Einhaltung der technologischen Disziplin begreifen und darüber hinaus noch besser die Probleme der Entwicklung verstehen lernen.

Aber: Eine Fertigungsüberwachung gibt es, seitdem Röhren gefertigt werden; und auch das System der Vorkontrolle wird im VEB Funkwerk Erfurt seit etwa 1958 angewendet. Das Neue besteht in der tatsächlichen sofortigen operativen Auswertung der Ergebnisse der Vorkontrolle durch die geeigneten Fachleute, ferner in der systematischen statistischen Auswertung der Vorkontrolle und anderer Fertigungs- und Ausschußstatistiken (Aufstellung und Analyse von Streukurven usw.). Das Neue besteht also in der Aktivierung und Auswertung bereits bestehender Organisationsformen bzw. Einrichtungen durch einen in der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft zusammengefaßten Kreis geeigneter Fachleute. Und das scheint uns ein wesentliches Ergebnis der Analyse dieser so erfolgreichen Erfurter Arbeitsgemeinschaft zu sein: Es kommt keineswegs immer darauf an, unbedingt ,,neue" Methoden, Formen, Einrichtungen, Strukturen u. dgl. zu entwickeln oder zu erfinden. In vielen Fällen wird es genügen, mit dem Vorhandenen in neuer Weise zu arbeiten. Es ist — wie Herr Rechtenbach sehr richtig in Heft 1 dieses Jahres schrieb — in vielen Fällen vor allem eine Frage der inneren geistigen Bereitschaft.

Schäffer

---

[1]) M. Jansen: Spezielle Zuverlässigkeitsprüfungen an Empfängerröhren; Nachrichtentechnik 11 (1962) S. 422.
M. Lembke: Ergebnisse spezieller Zuverlässigkeitsprüfungen an Empfängerröhren; Nachrichtentechnik 11 (1962) S. 425.

Zum Thema Magnetostriktion – mechanische Filter

Der in radio und fernsehen 19 (1962) S. 591 bis 593 veröffentlichte Beitrag „Magnetostriktion — mechanische Filter" war ein Übersichtsartikel, der in allgemeiner Form über dieses moderne Bauelement orientieren sollte. Zu diesem Artikel erhielten wir vom Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronenröhren an der TU Dresden einige Hinweise, die wir in Ergänzung der von uns gegebenen Informationen nachfolgend auszugsweise veröffentlichen.

Mechanische Filter sind moderne Bauelemente, an deren Entwicklung seit einiger Zeit auch in der DDR an verschiedenen Stellen zielstrebig gearbeitet wird. Sämtliche Entwicklungsstellen, auch die der erforderlichen Sonderwerkstoffe, sind koordiniert und in einer sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Mechanische Filter" zusammengefaßt. Diese Arbeitsgemeinschaft steht unter der Leitung von Herrn Dr.-Ing. Trzeba.

Die Gründe für eine bevorzugte Wahl magnetostriktiver Wandler zum Antrieb mechanischer Filter sind folgende:

a) Beim magnetostriktiven Wandler läßt sich der elektromechanische Kopplungsfaktor in einfacher Weise durch Ändern der Vormagnetisierung einstellen und abgleichen, während beim piezoelektrischen Wandler der Kopplungsfaktor nach erfolgter Polarisationsbehandlung fest eingestellt ist.

b) Beim magnetostriktiven Wandler läßt sich durch geeignete Wahl der Windungszahl der Wandlerspule in weiten Grenzen jede gewünschte Transformation der Kennwerte der mechanischen Filterschaltung auf die elektrische Ein- und Ausgangsseite erreichen.

c) Die mechanische Güte der magnetostriktiven Wandlerferrite ist mit Q = 1000 bis 5000 höher als die der heute verfügbaren piezoelektrischen Keramiken (Q = 100 bis 1000).

Die Filter-Durchlaßdämpfung liegt für normale Bandbreiten zwischen 1 und 5 dB, für sehr schmalbandige Filter gegebenenfalls etwas höher. Für ein Filter mit $f_0 = 525$ kHz und B = 200 Hz werden 10 dB Durchlaßdämpfung (als Betriebsdämpfung) angegeben.

Das in radio und fernsehen 19 (1962) gezeigte mechanische Filter ist in dem von Herrn Prof. Dr.-Ing. Frühauf geleiteten Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronenröhren, TU Dresden, entwickelt worden. Nachstehend die genauen technischen Daten.

Nachstehend sind einige Literaturstellen genannt, die sich auf mechanische Filter beziehen. Außerdem veröffentlichen wir in einem späteren Heft einen speziellen Beitrag über Eigenschaften und Anwendungen mechanischer Filter.

Belter

Technische Daten des mechanischen Filters

Kreiszahl: 9
Bandmittenfrequenz f_0: 450 kHz
Temperaturkoeffizient der Mittenfrequenz im Bereich —20 °C ··· +70 °C:
$-5 \cdot 10^{-5}/°C < TK_f < 0$
Bandbreite: 35 kHz
Sperrdämpfung in den Bereichen $f_0 \pm$ (40 ··· 150 kHz): > 80 dB
Weitabselektion: > 50 dB
Durchlaßdämpfung (als Betriebsdämpfung): ≦ 2 dB
Welligkeit im Durchlaßbereich bei +20 °C: ≦ 1,5 dB
Welligkeit im zulässigen Temperaturbereich bei geeigneter Wahl des TK der Wandlerkapazitäten: ≦ 2,5 dB
Abschlußwiderstände:
Seite I 20 kΩ bzw. 60 Ω
Seite II 20 kΩ bzw. 600 Ω
zulässiger Temperaturbereich:
—20 °C ··· +70 °C

Literatur

[1] H. Frühauf: Über wissenschaftliche Grundlagen der modernen Technik; Reihe A, Band 1, Elektrotechnik und Maschinenbau, Akademie-Verlag 1961

[2] E. Trzeba: Elektromechanische Vierpole als Kopplungsfilter; Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 3 (1960) S. 108

[3] E. Trzeba: Die Messung der charakteristischen Größen von elektromechanischen Kopplungsfiltern; Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 4 (1960) S. 119

[4] E. Trzeba: Einfügedämpfung elektromechanischer Kopplungsfilter; Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 1 (1961) S. 17

[5] H.-J. Rhode: Erfahrungen mit mechanischen Bandfiltern; Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 1 (1961) S. 31

[6] E. Trzeba: Übertragungseigenschaften elektromechanischer Kopplungsfilter als Funktion des Koppelelementes; Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 5 (1961) S. 166

Neue elektronische Meßgeräte aus dem VEB Funkwerk Erfurt

AUTORENKOLLEKTIV

Mitteilung aus der Meßgeräteentwicklungsstelle des VEB Funkwerk Erfurt

In radio und fernsehen 19 (1959) wurde in dem Beitrag „Funkwerk Erfurt — von Telefunken zum VEB" über den Beginn des Neubaues eines Gerätewerks im Hauptwerk des Betriebes berichtet. Durch diesen inzwischen fertiggestellten Erweiterungsbau von etwa 60000 m³ umbauten Raumes erhielt der VEB Funkwerk Erfurt eine zusätzlich nutzbare Fläche von 10000 m². Die neuen Räume haben in der Hauptsache die Meßgeräteentwicklung und -fertigung aufgenommen und nebenher eine Erweiterung der Empfängerröhrenproduktion ermöglicht. Gegenüber 1958 wurde bis Ende 1962 die Produktion elektronischer Meß- und Prüfgeräte um etwa 50% gesteigert. Der Export elektronischer Meßgeräte in 14 Länder bei einem Exportanteil von etwa 60% der Gesamtproduktion unterstreicht eindrucksvoll die volkswirtschaftliche Bedeutung des Gerätewerks des VEB Funkwerk Erfurt.

Sein Produktionsprogramm umfaßt:

R-, L-, C-, Q-, tan δ-Meßgeräte einschließlich L- und C-Normale,
Transistoren-Meß- und -Prüfgeräte,
Sinusgeneratoren bis 300 MHz,
Resonanz- und Absorptionsfrequenzmesser bis 300 MHz,
Überlagerungsfrequenzmesser,
Frequenzhubmesser,
Klirrfaktormeßeinrichtungen,
zählende Meßgeräte (Frequenz-, Zeit- und Zeitintervallmeßgeräte, Digitalvoltmeter u. a.).

Als Ergebnis der zielstrebigen Entwicklungsarbeit in einigen der vorstehend genannten Teilgebiete der elektronischen Meßtechnik werden zur Leipziger Frühjahrsmesse 1963 die nachstehend näher beschriebenen Neuentwicklungen vorgestellt.

Gütefaktormesser Typ 1023

Der Gütefaktormesser Typ 1023 (Bild 1) stellt eine Weiterentwicklung der Gütefaktormesser Typ 161 und 181 dar und unterscheidet sich von diesen durch den großen Frequenzbereich von 50 kHz ··· 50 MHz sowie durch die nach modernen Gesichtspunkten durchgeführte konstruktive Gestaltung. Das Gerät dient zur Messung von Spulengüten nach dem Quotientenverfahren. Der Verlustfaktor von Kondensatoren und Isoliermaterialien kann aus der gemessenen Kreisgüte mit und ohne Meßobjekt mit Hilfe eines Nomogrammes ermittelt werden.

Wie das Blockschaltbild (Bild 2) zeigt, besteht das Gerät aus einem HF-Generator hoher Konstanz mit Spannungsanzeige und einem besonders verlustarmen Meßkreisaufbau. Das nachgeschaltete Röhrenvoltmeter ist in Gütegraden geeicht und besitzt Meßbereiche für Gütewerte von 100 bis 600 bzw. 20 bis 120. Der HF-Generator, dessen Frequenzbereich in neun Teilfrequenzbereiche aufgeteilt ist, liefert eine fein regelbare Spannung von 10 ··· 100 V. Der Meßkreis ist in kapazitiver Spannungsteilerschaltung an den Generator angekoppelt. Das untere Teilerglied in Form eines selbstinduktions- und verlustarmen Kondensators von 10000 pF liegt in Reihe mit dem Meßdrehkondensator und der zu messenden Spule. Der im Gerät eingebaute Meßdrehkondensator hat für das Frequenzgebiet von 50 kHz ··· 50 MHz einen sehr niedrigen Verlustfaktor und eine kleine Induktivität. Dies ist vor allem für die Untersuchung sehr hochwertiger Schwingkreiselemente (z. B. hochwertiger Drehkondensatoren) von Bedeutung.

Das Nachstimmen der Güteanzeigeeinrichtung bei den Gütefaktormessern Typ 161 bzw. 181 ist beim Gerätebenutzer oft unsachgemäß durchgeführt worden. Die Folge davon war, daß die Gütefaktormesser unterschiedliche Werte anzeigten. Durch die Entwicklung der Güteprüfspulen Typ 0050 und 0052 (Bild 3), die für die Gerätetypen 161, 181 und 1023 geeignet sind, besteht jetzt eine Kontroll- und Abgleichmöglichkeit. Die Güteprüfspule Typ 0050 ist für eine Frequenz von 350 kHz ausgelegt. Ihre Induktivität beträgt etwa 500 μH. Die Güte ist zwischen 260 und 100 umschaltbar. Für den Typ 0052 wird die Frequenz mit 15 MHz angegeben, während der Induktivitätswert 1,1 μH beträgt. Auch hier sind die Gütewerte 300 bzw. 100 wählbar. Den Güteprüfspulen wird eine ausführliche Abgleichanweisung für die vorstehend genannten Geräte vom Herstellerwerk beigefügt, damit Fehler bei den Abgleicharbeiten vermieden werden.

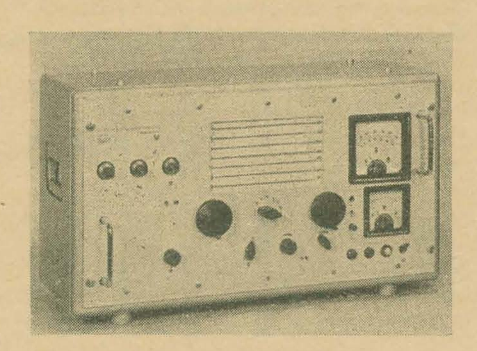
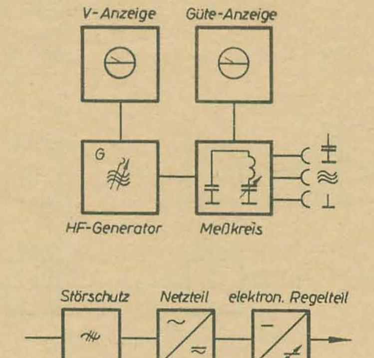


Bild 1: Gütefaktormesser Typ 1023



▲ Bild 2: Blockschaltbild des Gütefaktormessers Typ 1023

Verlustwinkelmeßgerät Typ 1034

Durch die Fertigung des neuen Verlustwinkelmeßgerätes Typ 1034 (Bild 4) steht jetzt ein Gerät zur Verfügung, das die bisherige Frequenzlücke bis 100 MHz schließt. Es dient zur Bestimmung des Verlustwinkels von Meßobjekten im Frequenzbereich von 10 ··· 100 MHz, deren Wirkkomponenten den Betrag zwischen 1 kΩ und 10 MΩ annehmen und deren Blindkomponenten durch Kapazitäten von 1 ··· 100 pF bzw. Induktivitäten von entsprechender Größe dargestellt werden können. Außerdem kann der Scheinwiderstand beliebiger Zweipole vom einzelnen Schichtwiderstand bis zum komplizierten Netzwerk durch Bestimmung von Wirk- und Blindkomponente ermittelt werden (z. B. Eingangswiderstand von Röhrenvoltmetern). Weiterhin läßt sich der Resonanzwiderstand eines Schwingkreises für den vorstehend genannten Frequenzbereich mit dem Verlustwinkelmeßgerät Typ 1034 unmittelbar messen, weil ein derartiger Kreis im Resonanzfall einen reinen Wirkwiderstand darstellt. Einflüsse, die auf einen Resonanzkreis dämpfend oder verstimmend wirken, können einzeln gemessen werden. Es ist erwähnenswert, daß mit dem neuen Gerät in bestimmten Grenzen Ein

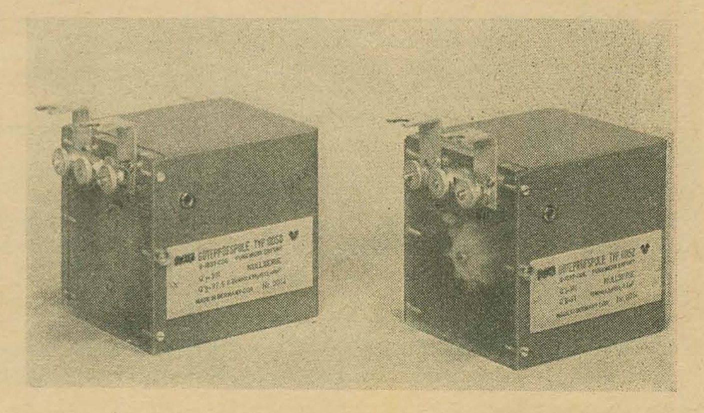


Bild 3: Güteprüfspulen Typ 0050 und 0052

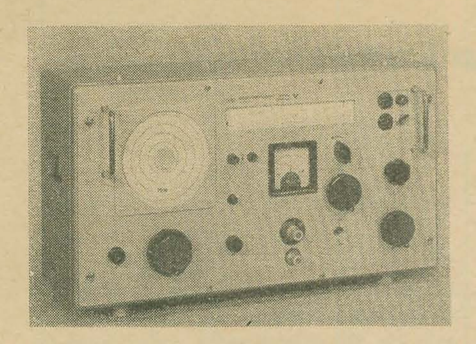


Bild 4: Verlustwinkelmeßgerät Typ 1034

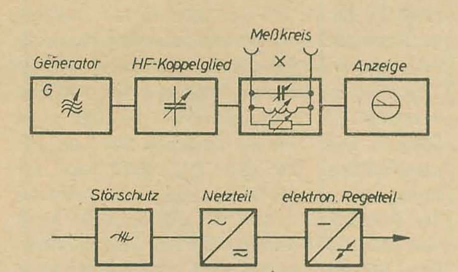


Bild 5: Blockschaltbild des Verlustwinkelmeßgerätes Typ 1034

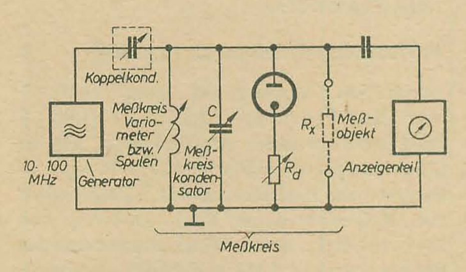


Bild 6: Ersatzschaltbild des Verlustwinkelmeßgerätes Typ 1034

und Ausgangsgrößen von Röhrenschaltungen bestimmt werden können.
Wie aus dem Blockschaltbild (Bild 5) zu ersehen ist, besteht das Verlustwinkelmeßgerät aus den drei Hauptbausteinen Generator, Meßkreis und Anzeigeteil. Generator und Meßkreis sind durch einen speziellen stetig regelbaren Koppelkondensator verbunden. Die im Bild 6 gezeigte Ersatzschaltung veranschaulicht die Zusammenhänge. Das Gerät arbeitet nach dem Substitutionsprinzip, d. h., die Wirkkomponente eines Meßobjektes (z. B. eines normalen verlustbehafteten Kondensators) wird durch eine Widerstandsanordnung, die über den angegebenen Frequenzbereich frequenzunabhängig sein muß, ersetzt. Zur Substitution der Blindkomponente dient der geeichte Meßkreis-Drehkondensator. Als geeignetes Substitutionsglied für die Wirkkomponente wurde eine niederohmige Diode (EAA 91) mit Belastungswiderstand in Reihe gewählt. Um den technischen Daten zu genügen, sind Substitutionswiderstände von etwa 1 kΩ ··· 10 MΩ erforderlich. Damit diese Bedingung erfüllt werden kann, wurde die Differenzsubstitution gewählt, wobei der Arbeitswiderstand R_d der Diode stets als Grundlast im Kreis bleibt.
Der bei Verkleinerung des Ausgangswertes R_d scheinbar parallel zu R_d entstehende Widerstand wird als eichbare Ersatzwirkgröße in den Meßkreis transformiert. Ein Teil der im Generator erzeugten HF-Spannung wird über den regelbaren Koppelkondensator dem Meßkreis zugeführt. Dieser wird mit dem Meßobjekt zusammen auf Resonanz abgestimmt und am Anzeigeinstrument eine bestimmte Spannung eingestellt. Nach Entfernen des Meßobjektes muß mit dem Meßkreiskondensator wiederum auf Resonanz abgestimmt werden. Die mit dem Meßobjekt entfernte Dämpfung des Meßkreises bewirkt eine Spannungserhöhung am Kreis. Durch Belasten des Meßkreises mit dem transformierten Arbeitswiderstand R_d der Diode wird die gleiche Meßspannung wie vorher eingestellt. Damit ist die Wirkkomponente des Meßobjektes, wie vorstehend geschildert, ersetzt. Die Anzeige der Resonanzspannung bzw. deren Änderung besorgt das Anzeigeteil. Es besteht aus der Gleichrichterdiode EA 960, dem sorgfältig kompensierten Gleichstromverstärker, sowie dem Anzeigeinstrument. Der mit der modernen Doppeltriode ECC 813 ausgerüstete Generator in Gegentaktschaltung erzeugt die Meßspannung. Er ist mechanisch und elektrisch sehr stabil aufgebaut und garantiert daher eine gute Frequenz- und Amplitudenstabilität. Die Heizspannung für alle Röhren ist durch einen Eisenwasserstoffwiderstand stabilisiert, während die Anodenspannung für Generator und Anzeigeteil dem elektronisch stabilisierten Standard-Stromversorgungsteil entnommen wird.
In konstruktiver Hinsicht ist das neue Gerät weitgehend in Bausteine aufgegliedert. Eventuell erforderliche Reparaturarbeiten, aber auch Fertigung und Prüffeldabgleich werden daher wesentlich erleichtert. Das moderne Äußere, das im Verhältnis zum Verlustwinkelmeßgerät Typ 193a kleine Volumen und niedrige Gewicht und die günstigen technischen Daten lassen das neue Verlustwinkelmeßgerät Typ 1034 das Weltniveau in dieser Geräteklasse mitbestimmen.

Breitbandgeneratoren Typ 2016 und 2020

Unter den Typenbezeichnungen 2016 bzw. 2020 werden vom VEB Funkwerk Erfurt zwei neue Breitbandgeneratoren auf den Markt gebracht. Sie unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, daß der Breitbandgenerator Typ 2016 (Bild 7) als Kastengerät, der Breitbandgenerator Typ 2020 dagegen als Einschub konstruiert wurde. Dabei kann je nach Kundenwunsch auch für den Einschub ein Gehäuse geliefert werden. Beide neuen Geräte stellen Wechselspannungsquellen im Frequenzbereich von 10 Hz ··· 10 MHz dar und eignen sich daher besonders gut für alle Meßaufgaben an Breitbandsystemen, wie sie in der Trägerfrequenz-, Fernseh- und Impulstechnik vorkommen. Der gesamte Frequenzbereich verteilt sich auf sieben umschaltbare Einzelbereiche. Zur Frequenzeinstellung ist eine mehrzeilige Linearskala vorgesehen. Die jeweils zu dem gewählten Meßbereich zugehörige Skala wird durch den Knebelknopf mit Hilfe von Bezugslinien eindeutig gekennzeichnet. Das eingebaute Anzeigeinstrument in Verbindung mit dem Ausgangsspannungsregler, dem Ausgangsspannungsteiler 5 × 10 dB und dem Zusatzteiler 60 dB ergibt eine wesentliche Vereinfachung bei fast allen Meßaufgaben und erspart zusätzliche Eichleitungen und Spannungsmeßgeräte. Die in weiten Grenzen veränderbare Ausgangsspannung, deren Klirrfaktor bei Frequenzen ≦ 1 MHz ≦ 2% und bei Frequenzen > 1 MHz ≦ 5% beträgt, ermöglicht die Untersuchung empfindlicher Verstärker und Empfänger, wie auch die Messung von Leitungen und Siebschaltungen. Mit Hilfe des

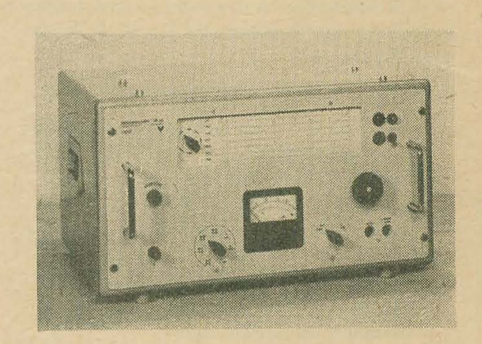


Bild 7: Breitbandgenerator Typ 2016 ▲

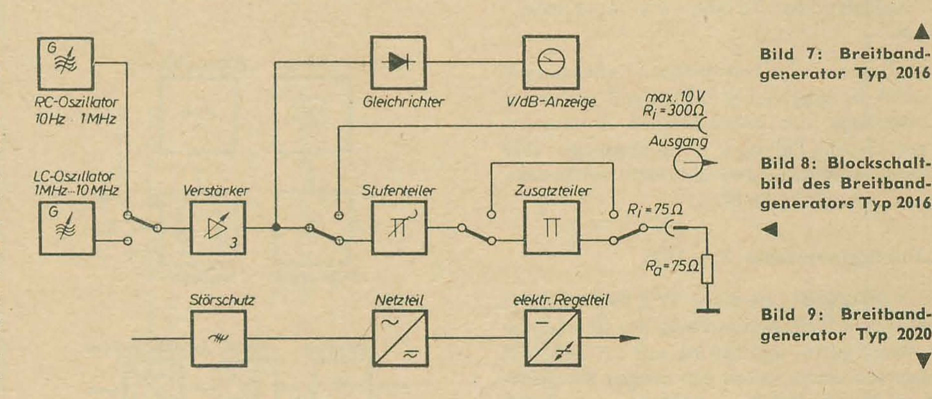


Bild 8: Blockschaltbild des Breitbandgenerators Typ 2016 ◀

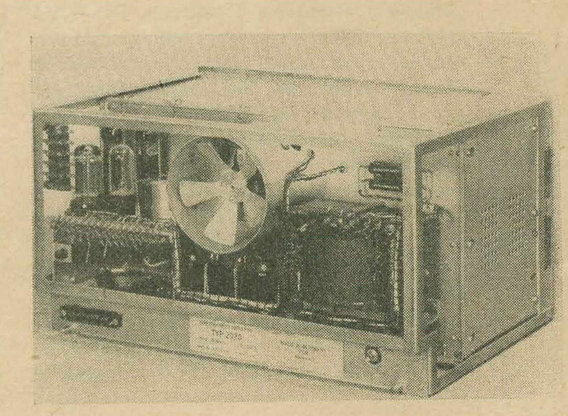


Bild 9: Breitbandgenerator Typ 2020 ▼

mitgelieferten Meßkabels mit einem eingebauten Abschlußwiderstand von 75 Ω ist auch die Untersuchung von Prüfobjekten möglich, deren Eingangswiderstand wesentlich größer als 75 Ω ist. Bei Untersuchungen an Geräten mit einem Eingangswiderstand von 75 Ω ist dieses Meßkabel gegen ein normales Meßkabel mit Z = 75 Ω auszutauschen.

Der prinzipielle Schaltungsaufbau des Breitbandgenerators Typ 2016 ist aus dem Blockschaltbild Bild 8 ersichtlich. Die Frequenzen von 10 Hz ··· 1 MHz werden durch einen brückenstabilisierten RC-Generator, die Frequenzen von 1 ··· 10 MHz durch einen LC-Generator erzeugt. Die Amplitude des LC-Generators wird durch eine besondere Regelschaltung stabilisiert. Die mechanisch gekuppelten Drehkondensatoren werden durch einen im VEB Funkwerk Erfurt vielfach verwendeten Grob-Feinantrieb betätigt. Bei der Bedienung des Gerätes wird nicht wahrgenommen, daß zwei verschiedene Oszillatoren vorhanden sind. Der auf die Oszillatoren folgende dreistufige Breitbandverstärker ist für das ganze Frequenzband ausgelegt. Die Ausgangsspannung des Verstärkers wird dem Ausgangsspannungsteiler und dem Anzeigeteil zugeführt. Durch Auflösung der Gesamtkonstruktion in die Bausteine RC- und LC-Generator, Breitbandverstärker, Anzeigeteil, Spannungsteiler, elektronisch stabilisiertes Netzteil und Netzverdrosselung ist eine getrennte Fertigung und ein Vorabgleich gewährleistet. Zur Abführung der entstehenden Wärme aus den Bausteinen wurde ein Ventilator vorgesehen. Durch zweckentsprechende Abschirmungsmaßnahmen wird eine gute HF-Dichtigkeit der beiden neuen Gerätetypen erreicht.

Der Unterschied zwischen den beiden Geräten besteht in der Hauptsache in der Verschiedenartigkeit der Ausgangsschaltung. Der Breitbandgenerator Typ 2016 ist ein ausgesprochenes Laborgerät. Die Größe der Ausgangswechselspannung kann in den Grenzen zwischen 3 μV und 10 V eingestellt werden und wird am eingebauten Anzeigeinstrument in V und dB angegeben. Hierbei zeigt das Instrument bei Ausgangsspannungen bis zu 3,16 V die Klemmenspannung an einem Außenwiderstand von 75 Ω an, wobei der Generatorinnenwiderstand ebenfalls 75 Ω beträgt. In einer weiteren Stellung des Ausgangsspannungsteilers liegen an einer zweiten Ausgangsbuchse Spannungen bis zu etwa 10 V. Das eingebaute Instrument mißt hierbei die Spannung an der Ausgangsbuchse. Der Innenwiderstand beträgt etwa 300 Ω.

Die Ausgangsspannung des Breitbandgenerators Typ 2020 ist speziell den Forderungen der Videotechnik angepaßt. Sie ist zwischen —110 dB und + 12 dB an einem Außenwiderstand von 75 Ω einstellbar und wird vom eingebauten Anzeigeinstrument in dB angezeigt, wobei 0 dB ≙ û = 1 V entspricht. Der Generatorinnenwiderstand beträgt 75 Ω. Unter der Bezeichnung Breitbandgenerator Typ 2020 E (Bild 9) ist das vorstehend beschriebene Gerät ein Bestandteil der vom VEB Funkwerk Köpenick entwickelten Videomeßeinrichtung. Die Höhe der Einspeisung des Generatorpegels in die anderen Meßgeräte dieser Einrichtung kann in den Grenzen zwischen —50 dB und + 12 dB variiert werden. Der volle Spannungsumfang von —110 dB bis + 12 dB steht auch bei Gestellbetrieb an einer besonderen Frontplattenbuchse zur Verfügung.

Geradeauszähler mit Voreinstellung Typ 3504

Die Typenreihe der Digitalmeßgeräte des Funkwerks Erfurt wurde durch den Geradeauszähler mit Voreinstellung Typ 3504 (Bild 10) erweitert. Bei einer Zählgeschwindigkeit von 0 ··· 100 kHz beträgt die Zählkapazität fünf Stellen. Die Eingangsspannung darf bei positiver Ansprechpolarität 0,5 bis 100 V bzw. bei negativer Ansprechpolarität 1 ··· 100 V betragen, wobei die Kurvenform beliebig sein kann. Das neue Gerät ist eine Weiterentwicklung des Geradeauszählers Typ 3501 und löst diesen ab. Wie der Typ 3501 ist auch der Typ 3504 ein elektronischer Zähler ohne eigene Zeitbegrenzung des Zählvorganges, der sich vorteilhaft zur Zählung von Stückzahlen, Umdrehungen, Schwingungen, Kolbenhüben und ähnlichem eignet. Durch die Voreinstellung kann die einfache Zählung zur Abzählung erweitert werden, d. h., daß nach einer durch die Voreinstellung frei wählbaren bestimmten Zahl das Gerät einen Ausgangsimpuls abgibt, der zu Steuerungen verwendet werden kann. Eine Frequenzteilung in jedem beliebigen ganzzahligen Teilverhältnis zwischen 1 und 100 000 ist ebenfalls möglich.

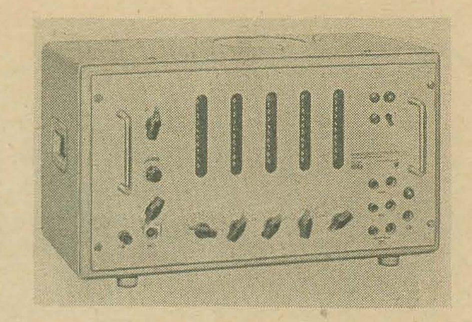


Bild 10: Geradeauszähler Typ 3504

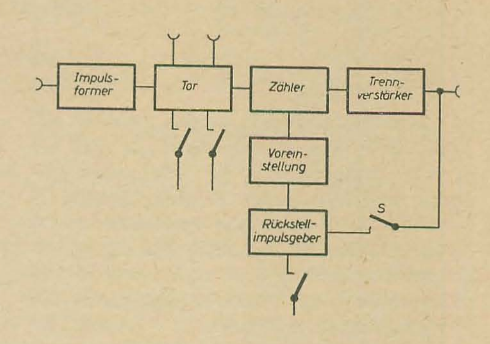


Bild 11: Blockschaltbild des Geradeauszählers Typ 3504 mit Voreinstellung

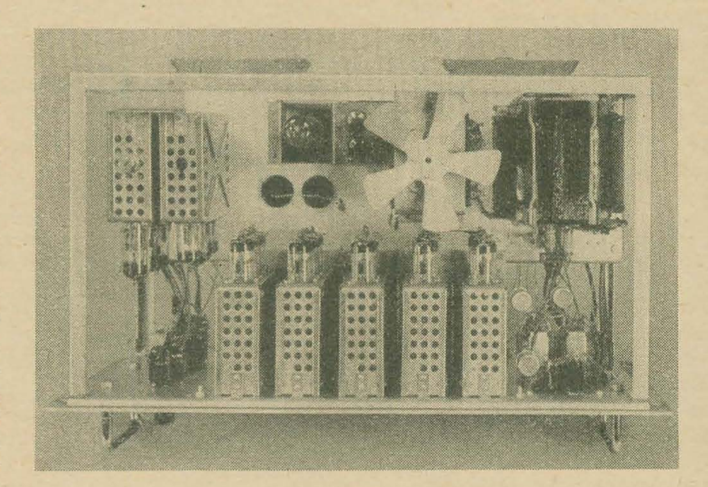


Bild 12: Geradeauszähler mit Voreinstellung Typ 3504 Draufsicht auf den Geräteeinschub

Die Funktion des Gerätes soll anhand des Blockschaltbildes (Bild 11) kurz erläutert werden. Das zu zählende Eingangssignal gelangt über den Impulsformer und eine einfache Torschaltung zu dem Zähler und wird dort angezeigt. Der Impulsformer wandelt das Eingangssignal in die zum Betrieb des Zählers benötigte frequenzgleiche Impulsfolge um, während die Torschaltung das Starten bzw. Stoppen des Zählvorganges mittels zweier Drucktasten und durch von außen zugeführte Impulse gestattet. Die Steuerung kann entweder von zwei getrennten Generatoren oder nach Verbindung der beiden entsprechenden Buchsen am Gerät auch von einem Generator vorgenommen werden. Über einen Trennverstärker wird von dem Gerät ein Ausgangsimpuls mit einer Spannung von $\geqq 40\ V_{ss}$ und negativer Polarität abgegeben, wenn die letzte Zähldekade des Zählers von „9" auf „0" springt, d. h. wenn der Zähler voll gelaufen ist. Durch den Rückstellimpulsgeber wird der Zähler in die durch die Voreinstellung bestimmte Ausgangslage gebracht. Die Auslösung des Rückstellimpulsgebers erfolgt entweder durch eine Drucktaste oder bei automatischem Betrieb durch den Ausgangsimpuls des Zählers. Die Arbeitsweise der Voreinstellung soll zweckmäßig anhand eines Beispieles kurz erläutert werden. Jede der fünf Zähldekaden des Zählers gibt jeweils beim Sprung von der Stellung „9" auf die Stellung „0" einen Ausgangsimpuls (Zehnerübertrag) ab. Beginnt die Zählung bei der Stellung „0" des Zählers, so gibt die letzte der fünf Zähldekaden des Zählers nach 10^5 Eingangsimpulsen einen Ausgangsimpuls ab. Soll jedoch der Zähler bereits nach beispielsweise 17 326 Eingangsimpulsen einen Ausgangsimpuls abgeben, so muß die Zählung nicht bei der Stellung „0" des Zählers beginnen, sondern bei der Zahl 100 000 — 17 326 = 82 674. Die den einzelnen Zähldekaden zugeordneten Vorwahlschalter müssen also auf die Zahl 82 674 eingestellt werden, so daß nach Betätigung des Rückstellimpulsgebers der Zähler auf diese Zahl voreingestellt wird. Zur Erleichterung sind die Vorwahlschalter auch mit den Komplementzahlen beschriftet, so daß die Zahl

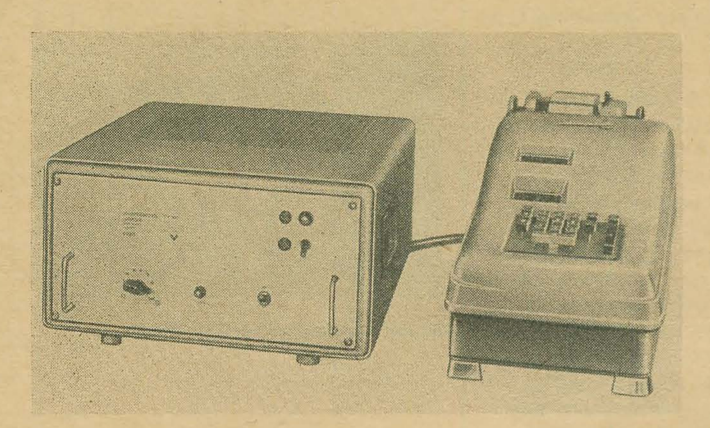


Bild 13: Zählbetragdrucker Typ 3503

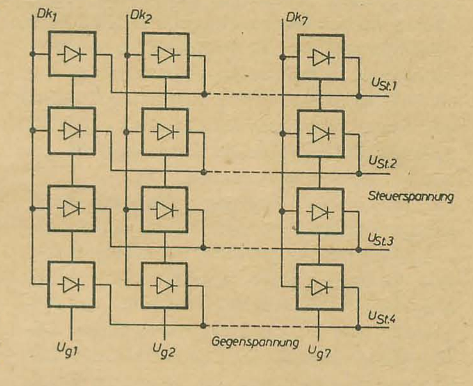


Bild 14: Diodennetzwerk des Zählbetragdruckers Typ 3503

17326 direkt eingestellt werden kann. Ist der Schalter S im Bild 11 geöffnet, so muß vor jedem Abzählvorgang der Rückstellimpulsgeber ausgelöst werden. Wird der Schalter S geschlossen, so erfolgt die Voreinstellung des Zählers automatisch durch den Ausgangsimpuls des Zählers, d. h. nach jeweils 17326 Eingangsimpulsen wird von dem Gerät ein Ausgangsimpuls abgegeben.

Bild 12 läßt als Draufsicht auf den Geräteeinschub den Aufbau des Gerätes aus den verschiedenen Bausteinen gut erkennen. Unmittelbar an der Frontplatte sind die fünf Zähldekaden des Zählers befestigt. Hinten links sind die ebenfalls als Bausteine ausgeführten Funktionsgruppen Impulsformer und Rückstellimpulsgeber zu sehen. Das standardisierte Stromversorgungsteil wird teilweise durch den Lüfter verdeckt.

Der Impulsformer Typ 8130, der Rückstellimpulsgeber Typ 8132 sowie die 100-kHz-Zähldekade mit Ziffernvorwahl Typ 8103 werden vom VEB Funkwerk Erfurt auch einzeln angeboten, so daß sich der Benutzer daraus zählende Meßgeräte nach seinen eigenen speziellen Anforderungen relativ einfach aufbauen kann. Ein fertig verdrahteter Aufbauwinkel, der den Schalter für die Ziffernvorwahl und die Fassung für die Zähldekade enthält, ist ebenfalls auf Wunsch lieferbar.

Das Gerät hat wie alle digitalen Meßgeräte des VEB Funkwerk Erfurt Anschlußmöglichkeit für einen Zählbetragdrucker. Entnahmemöglichkeiten von 6,3 V~/1 A und 320 V_/15 mA erleichtern den Betrieb von Zusatzgeräten wie z. B. Lichtschranken.

Zählbetragdrucker Typ 3503

Mit dem Zählbetragdrucker Typ 3503 (Bild 13), bestehend aus dem elektronischen Umsetzer und Drucker, können die von einem elektronischen Zählgerät ermittelten Ergebnisse auf einem Papierstreifen abgedruckt werden. Zu diesem Zweck werden die Meßwerte der Zählgeräte, d. h. der Schaltzustand der einzelnen Zähldekaden elektronisch abgetastet. Die aus dem jeweiligen Zählgerät zur Verfügung stehenden Informationsspannungen werden auf ein Diodennetzwerk (Bild 14) gegeben, das eine Torschaltung darstellt. Das Abtasten der Zähldekaden wird mit einem Taktgeber (Bild 15) vorgenommen, der nacheinander eine Gegenspannung den einzelnen Diodenzweigen zuführt. Der im Schaltzustand befindliche Diodenzweig gibt die in der betreffenden Zähldekade vorhandene Information vier nachfolgenden Multivibratorstufen weiter. Im Decoder, bestehend aus diesen Multivibratorstufen und einer Widerstandsmatrix, werden die Informationsspannungen aus der Zähldekade von einer Binär- in eine Dezimal-Code umgesetzt. Die Ausgangsspannungen der Widerstandsmatrix steuern elf Schaltthyratrons, die im Drucker die Zifferntasten elektromagnetisch betätigen und das Ergebnis mechanisch speichern. Nach Beendigung des Abtastvorganges wird das Ergebnis auf einem Papierstreifen ausgedruckt. Während der Dauer des Abtastvorganges ist das Zählgerät zur Vermeidung von Registrierfehlern gesperrt und wird erst nach Beendigung des Druckvorganges für eine neue Messung freigegeben.

Bei einer Abfragezeit von etwa 2 s beträgt die Abtastkapazität des Zählbetragdruckers Typ 3503 sieben Ziffern. Ein Zeitschalter gestattet, nach dem Druckvorgang ein Zeitintervall einzuschalten, das den nächsten Druckvorgang erst nach Ablauf der eingestellten Zeit zuläßt. Als Verzögerungszeiten können 5, 15, 30 s, 1, 5, 10 min und ∞ gewählt werden. Der Druckvorgang kann wahlweise von Hand oder automatisch ausgelöst werden.

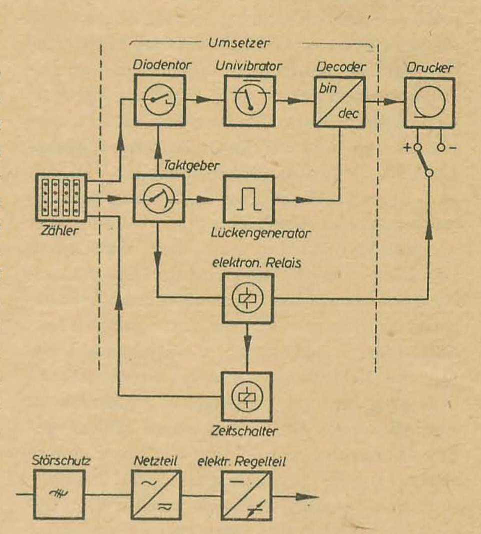


Bild 15: Blockschaltbild des Zählbetragdruckers Typ 3503

Eine Anschlußmöglichkeit für den Zählbetragdrucker Typ 3503 besteht bei allen Zählgeräten, die mit den röhrenbestückten Zähldekaden Typ 8102, 8103, 8104 und 8105 ausgerüstet sind.

1. Die Anwendung von Kaltkatodenröhren in der Kernphysik und Elektronik

Durch die friedliche Anwendung der Atomenergie und die rasche Entwicklung der Impuls- und Rechentechnik entstand ein großer Bedarf an zuverlässigen und billigen aktiven Bauelementen für Schaltzwecke. In der Vergangenheit wurden Geräte für die Rechentechnik und Automatisierung mit mehreren 1000 Elektronenröhren gebaut. Wie bekannt, wird die Schaffung höchstzuverlässiger Geräte der Elektronik und Automatisierungstechnik dadurch erschwert, daß die Lebensdauer der Glühkatode begrenzt ist. Außerdem haben Elektronenröhren eine hohe Ausfallswahrscheinlichkeit während der Lebensdauer. Gewöhnliche Serienröhren gestatten ein bis zwei Monate Dauerbetrieb (500 bis 1000 Brennstunden) mit etwa 10% Ausfallrate. Spezielle Langlebensdauerröhren sind teuer und können daher nicht in großen Stückzahlen eingesetzt werden.

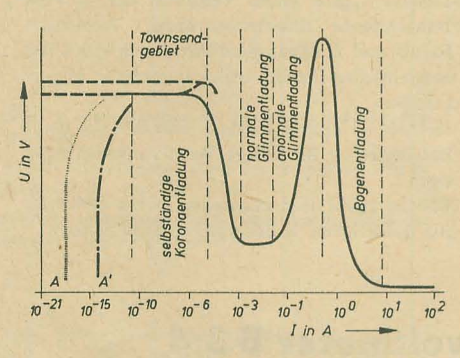


Bild 1: Kennlinie der Gasentladung

Im Jahre 1947 haben in der Sowjetunion erstmals Wissenschaftler des Lebedew-Instituts für Physik Kaltkatodenröhren für den Einsatz bei Impulsschaltungen vorgeschlagen und Muster entwickelt.

Mit Neon-Argon-Gemischen gefüllte Kaltkatodenröhren haben entweder Reinmetall- oder zäsiumaktivierte Elektroden und sind im Aufbau einfacher als Elektronenröhren. Die sich in ihnen abspielenden physikalischen Vorgänge sind jedoch komplizierter. Bild 1 zeigt die gesamte Strom-Spannungskennlinie einer Kaltkatoden-Gasentladungsröhre. Mit wachsender Stromstärke geht die Koronaentladung in die Glimmentladung und schließlich in den Lichtbogen über. Durch Einbringen einer Hilfs-(Trigger-)Elektrode kann der Einsatz der Glimmentladung gesteuert werden. So genügen geringe Steuerströme, um stärkere Entladungsströme hervorzurufen. Die Kennlinie der Gasentladung gestattet jedoch keine kontinuierliche Veränderung der Ausgangsstromstärke. Man kann bei einer Kaltkatodenröhre nur zwei stabile Zustände einsteuern, nämlich offen (gelöscht) und geschlossen (gezündet). Im Bild 3 sind die Schaltung der Zündelektrode einer Kaltkatodenröhre und das Arbeitsdiagramm angegeben. Durch Vorionisation der Zündstrecke erreicht man schnelles Ansprechen und hohe Empfindlichkeit. Neben der Schaltung sind die Kennlinien der Anoden-Katodenstrecke (1) und der Trigger-Katodenstrecke (2) dargestellt. Widerstandskennlinien und Stromangaben vervollständigen das Bild. Triggerschaltungen mit den sowjetischen Kaltkatodenröhren TX 4 B und MTX-90 sind mit allen praktischen Werten im Bild 2 angegeben. Die eingeklammerten Werte der Schaltelemente gelten für den Röhrentyp TX 4 B.

Der Ersatz von Elektronenröhren in Impulsschaltungen durch Kaltkatoden-Glimmröhren

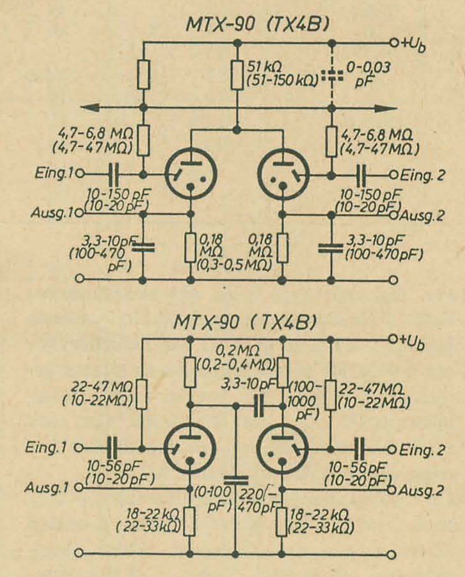
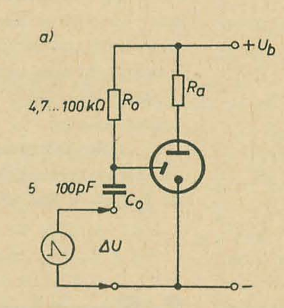




Bild 2: Triggerschaltungen mit Kaltkatoden-Glimmröhren

Bild 3: Schaltung und Kennlinien einer Kaltkatoden-Glimmröhre
a) Vorionisation der Zündelektrode
b) Kennlinien der Glimmröhre



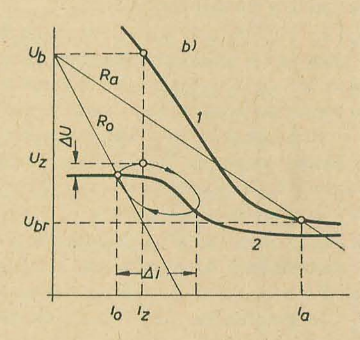


Tabelle 1: Vergleich der Eigenschaften aktiver Bauelemente

Elektronenröhre	Transistor	Relais	Kaltkatodenröhre
hoher Arbeitsaufwand bei der Herstellung komplizierte Montage komplizierte Konstruktion garantierte Lebensdauer 500 ··· 1000 Stunden Stabilität der Parameter 20 ··· 50% erfordert periodische Kontrolle und Wechsel	hoher Arbeitsaufwand bei der Herstellung komplizierte Montage komplizierte Konstruktion große Streuung der Parameter hochreine Defizit-Ausgangsmaterialien (Ge oder Si) zur Kontrolle spezielle Meßgeräte erforderlich	hoher Arbeitsaufwand bei der Herstellung komplizierte Konstruktion geringe Zuverlässigkeit der Kontakte erfordert saubere Justierung und Staubfreiheit große Abmessungen und Gewichte zur Herstellung Defizitmaterial erforderlich (Cu oder Fe, Ag)	kleiner Arbeitsaufwand bei der Herstellung einfache Konstruktion Stabilität der Parameter 1 ··· 10% durch Leuchten wird Arbeitszustand angezeigt Material zur Herstellung ausreichend vorhanden kleine Abmessungen, geringes Gewicht, schnelles Umschalten (1 μs) lange Lebensdauer (50 000 Stunden) Selbstkosten 10- bis 20mal geringer als bei den anderen Elementen

Tabelle 2: Technische Daten sowjetischer Kaltkatodenröhren

Kennwert	Tetroden		Trioden			
	TX 3 B	TX 4 B	TX 1	TX 2	MTX-90	
Katode	Molybdän	Molybdän	Barium	Barium	Zäsium	
Füllung	Neon/Argon-Gemisch	Neon/Argon-Gemisch	Neon/Argon-Gemisch	Helium	Neon	
Verhältnis U_z/U_{brenn}	1,66	1,87	1,76	2,18	2,38	
Zündspannung zw. Anode — Katode	190 ··· 230	225 ··· 260	150 ··· 200	350 ··· 500	150 ··· 300	V
Brennspannung zw. Anode — Katode	95 ··· 115	100 ··· 120	65 ··· 85	80 ··· 160	48 ··· 63	V
Zündspannung zw. Trigger — Katode	90 ··· 110	87 ··· 112	65 ··· 95	200 ··· 250	65 ··· 85	V
Brennspannung zw. Trigger — Katode	85 ··· 95	85 ··· 95	60 ··· 70	80 ··· 100	40 ··· 55	V
Triggerimp.	30	10	—	—	2 ··· 10	V
Zündstrom	0,2 ··· 5	10 ··· 20	0,2 ··· 5	≈3	3 ··· 60	μA
Mittlerer Anodenstrom	2,5	3,5	30	12	20	mA
Anodenspitzenstrom	5	7	30 ··· 100	100	35 (100)	mA
Isolation der Triggerelektrode	—	10^{11}	—	—	$>10^9$	Ω
Entionisierungszeit	60 ··· 150	20 ··· 100	10000	—	100 ··· 700	μs
Umgebungstemperaturbereich	—40 ··· +60	—70 ··· +90	—40 ··· +60	—60 ··· +90	—35 ··· +75	°C
Kolbendurchmesser	10,2	10,2	34	19	10 ··· 12	mm
Kolbenlänge	40	36	85	57	30	mm
Gewicht	3,5	3,5	40	14	2,5	p
Schüttelfestigkeit	6	6	—	4	—	g

führt zu einer Verkleinerung der Apparatur, einer Vergrößerung ihrer Lebensdauer und einer Verringerung der in ihr umgesetzten elektrischen Leistung (Wegfall der Heizleistung für die Elektronenröhren). Ein großer und wichtiger betrieblicher Vorteil ist die Tatsache, daß die Glimmröhren bei Stromführung aufleuchten, was noch aus einiger Entfernung erkannt werden kann und Rückschlüsse auf den Betriebszustand der Apparatur und der einzelnen Glimmröhre (bei geeigneter geometrischer Anordnung) gestattet.

In der SU werden eine Reihe komplizierter Geräte mit Kaltkatodenröhren in Serie gefertigt, wobei je Gerät bis zu einigen 1000 Kaltkatodenröhren eingebaut werden. In der serienmäßig hergestellten Ziffernrechenmaschine „URAL" sind ein Viertel aller eingebauten Röhren Kaltkatodenröhren des Typs MTX-90.

In vielen Eigenschaften kann man die Kaltkatodenglimmröhren mit den Transistoren vergleichen, so z. B. was die Lebensdauer, Leistungsaufnahme oder das Volumen und Gewicht betrifft. Das spezielle kernphysikalische Meßgerät SMK-3 zur automatischen Energie- und Massenbestimmung von Kernteilchen besitzt 500 Kaltkatodenröhren des Typs MTX-90 und ist im Umfang nicht größer als ein gewöhnlicher Fernsehempfänger.

Weiterhin sind Kaltkatodenröhren billig und einfach in der Herstellung, z. B. um ein mehrfaches billiger als Transistoren, die zu ihrer Herstellung teuere Reinststoffe benötigen. Aus einer halben Tonne Glas und einer halben Tonne Nickel oder Molybdän kann man eine Million Kaltkatodenröhren herstellen (Gewicht einer KK-Röhre 0,5 ··· 1 p).

Eine Reihe von Meßgeräten mit Kaltkatodenröhren wird vom Werk „Fispribor" in Zusammenarbeit mit dem physikalischen Institut der Akademie der Wissenschaften hergestellt. Das radiometrische Zählgerät BK-3 enthält 20 Kaltkatodenröhren MTX-90 und wiegt 7 kp. Es gestattet eine Impulszählung in zwei Dekaden mit dualer Anzeige. Das tragbare radiometrische Zählgerät PK 10 B enthält 30 Röhren MTX-90 und wiegt ohne Batterien 4 kp.

Für Zeitmeßzwecke wird ein elektronisches Millisekundometer mit 50 Kaltkatodenröhren des Typs MTX-90 gebaut, das Zeitintervalle von 0,0001 bis 10000 Sekunden zu messen gestattet (Typ MSK-2). Der reversible Ringzähler RSK-1 hat eine Kapazität von 1000 Impulsen (drei Dekaden mit dekadischer Anzeige) und benutzt 37 Röhren MTX-90.

Zur Untersuchung kosmischer Strahlen ist eine große Anzahl von hodoskopischen Geräten (Geräten zur automatischen Flugwegregistrierung) erforderlich. Damit wird die räumliche Verteilung der Teilchen und ihre Wechselwirkung untereinander gemessen. Das für Raumverteilung und Trajektoriemessung entwickelte Hodoskop GK-7 enthält 12000 Kaltkatodenröhren.

Die Kaltkatodenröhren sind sehr ökonomisch im Stromverbrauch. So benötigt z. B. das Rechengerät des 40-Kanal-Analysators BMA-50, das mit 1500 Kaltkatodenröhren bestückt ist, nur 25 Watt zum Betrieb. Damit ist keine Kühlung erforderlich, und alle Elemente können auf kleinstem Raum angeordnet werden.

In der SU ist man der Meinung, daß in der Zukunft in der Elektroautomatik die Hälfte aller Elektronenröhren, Relais oder Halbleiterbauelemente durch Kaltkatodenröhren ersetzt werden könnte.

Tabelle 1 gibt einen Vergleich der aktiven Bauelemente Elektronenröhre, Transistor, Relais und Kaltkatodenröhre hinsichtlich der betrieblichen und technologischen Eigenschaften.

Hieraus ist klar ersichtlich, daß sich die Kaltkatodenröhre für billige Massenanwendungen eignet.

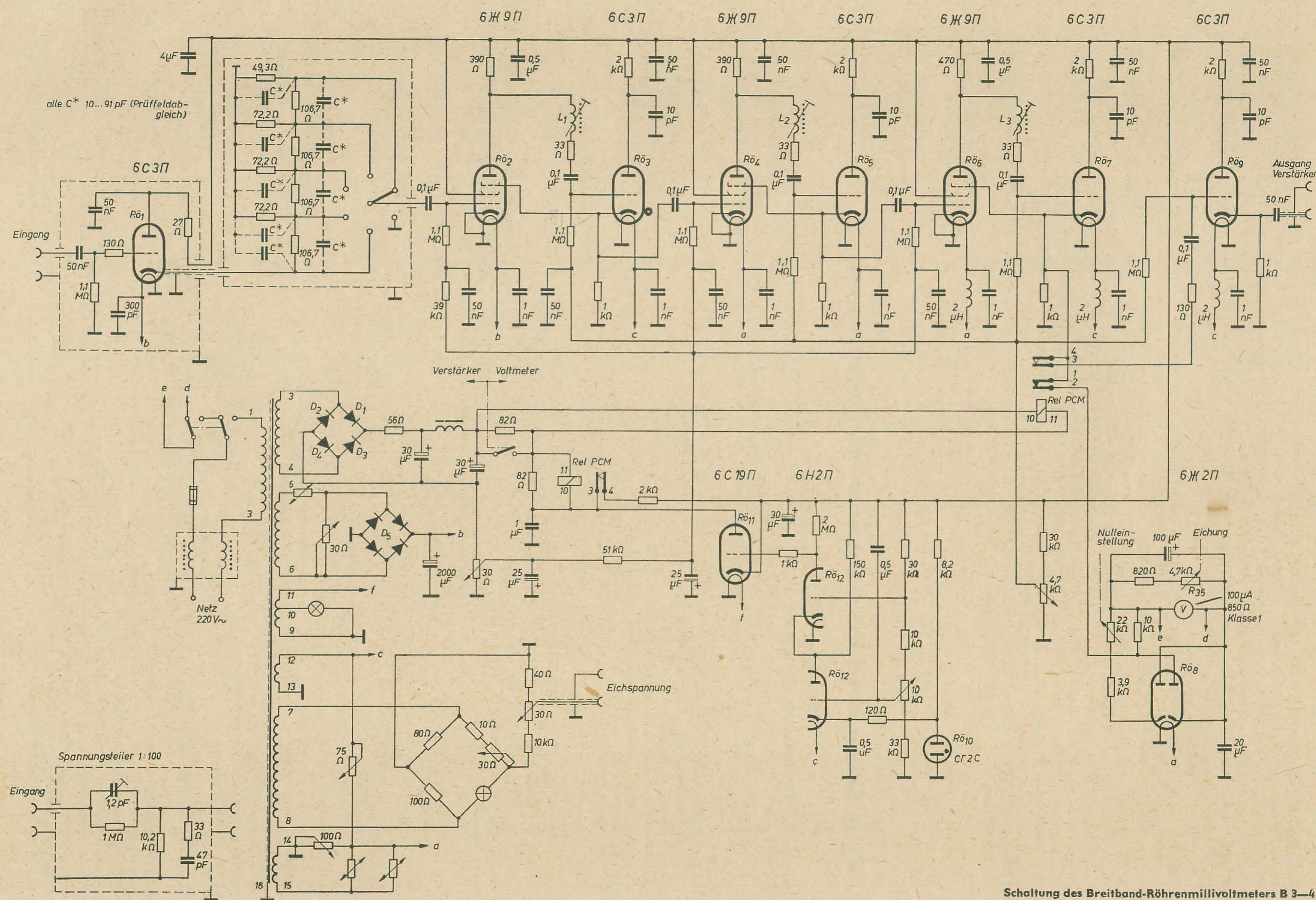
Tabelle 2 gibt die technischen Daten der in der SU gefertigten Kaltkatodenröhren wieder.

2. Breitbandröhrenmillivoltmeter B 3-4 (MWL-4)

Für Messungen im Video- und Hochfrequenzbereich werden oft breitbandige Röhrenvoltmeter nach dem Prinzip Breitbandverstärker-nachgeschalteter Gleichrichter benutzt. Die obere Frequenzgrenze wird durch die Schaltung des Breitbandverstärkers und die an dieser Grenze auftretende Ungenauigkeit der Spannungsmessung (Phasen- und Amplitudenfehler) definiert. Das in der SU entwickelte und gefertigte Millivoltmeter gestattet Spannungsmessungen im Frequenzbereich 40 Hz bis 30 MHz. Die kleinste nachweisbare Spannung beträgt 800 μV, die größte (mit Spannungsteiler 1 : 100 vorgeschaltet) 100 V. Die Meßgenauigkeit ist bei 1000 Hz ± 2,5%, bei Frequenzen zwischen 5 und 30 MHz ± 10%. Eine Eichvorrichtung für den Spannungswert 10 mV (Kaltleiterbrücke) ist eingebaut. Das Gerät besteht aus dem Verstärker und Netzanschlußteil und dem Tastkopf. Die Abmessungen betragen 380×280×280 mm, das Gewicht ist 15 kp.

Das Bild zeigt die Schaltung des Gerätes. Der Tastkopf stellt einen breitbandigen Katodenverstärker dar, der vor dem relativ niederohmigen kompensierten Spannungsteiler für die Bereichswahl angeordnet ist und eine Bedämpfung des Meßobjekts durch das Röhrenvoltmeter möglichst klein halten soll. Bei 1000 Hz beträgt der Eingangswiderstand des Tastkopfes 1 MΩ, die Parallelkapazität 12 pF. Der Verstärkungsfaktor des Katodenverstärkers ist 0,6; es wird eine steile Triode des Typs 6 C 3 П benutzt. Die Toleranz der Spannungsteilerwiderstände beträgt 0,5%.

Der Breitbandverstärker ist dreistufig ausgelegt. Jede Stufe besteht aus einer Pentode als Verstärker und einer Triode als zwischengeschalteten Impedanzwandler (Katodenverstärker). Man verringert so den bei hohen Frequenzen auftretenden dämpfenden Einfluß der Eingangskapazität der folgenden Verstärkerstufe. Die Korrektur des Frequenzganges erfolgt durch die Induktivitäten



Schaltung des Breitband-Röhrenmillivoltmeters B 3–4

$L_1 - L_3$. Ihr genauer Wert wird beim Abgleich des Frequenzganges mit dem Wobbler durch Schraubeisenkerne eingestellt. Die an der Katode des letzten Katodenverstärkers $Rö_7$ auftretende Spannung wird entweder dem Diodenvoltmeter zur Anzeige oder einem weiteren Katodenverstärker zur Auskopplung an einen Nachverstärker oder Oszillografen zugeführt.

Die Umschaltung Verstärker-Röhrenvoltmeter erfolgt über ein Relais. Als Breitbandverstärker beträgt der Verstärkungsfaktor 100. $Rö_8$ dient als Eintaktgleichrichter, mit dem Potentiometer R_{35} kann die Empfindlichkeit bei Eichung um ±20% verändert werden.

In der Brücke zur Erzeugung der Eichspannung wird eine 3,5-V-Taschenlampenbirne als Kaltleiter benutzt. Mit R_{58} wird der Arbeitspunkt des Glühlämpchens so eingestellt, daß Neztspannungsschwankungen die Eichspannung nicht beeinflussen. Die mit einer aus Germaniumflächengleichrichtern bestehenden Graetzbrücke gleichgerichtete Anodenspeisespannung wird im Gerät elektronisch stabilisiert. Um Brummeinstreuungen zu vermeiden, wird die Triode des Tastkopfes mit Gleichstrom geheizt. Alle übrigen Röhrenheizungen mit Wechselstrom werden über Eisenwasserstoffwiderstände konstant gehalten. Interessant ist die Behandlungsvorschrift für das als Kaltleiter benutzte Glühlämpchen: Man nimmt eine handelsübliche 3,5-V-Glühlampe (Typ MH-13 nach GOST 2204-52) und leitet mehrmals über den Glühfaden eine Entladung eines auf 450 V aufgeladenen 0,5-μF-Kondensators. Dadurch wird eine bessere Verschweißung des Glühfadens mit dem Halter erreicht. Danach wird das Lämpchen 24 Stunden lang mit 3 V eingebrannt und danach die Funkenbehandlung mit Kondensatorentladung nochmals einige Male wiederholt. Nach dieser Behandlung kann das Glühlämpchen als Regelglied in die Eichspannungsbrücke eingebaut werden.

Die im Datenblatt des Gerätes genannten Kennwerte werden vom Werk unter folgenden Einsatzbedingungen garantiert:

a) Umgebungstemperatur +15 bis +25 °C
b) Luftdruck 750 ± 30 mm Hg
c) Luftfeuchtigkeit bis 80%
d) Netzfrequenz zwischen 45 und 55 Hz
e) Netzspannung 220 V +5%—15%
f) Netzspannung frei von Sprüngen oder kurzen Stößen
g) Klirrfaktor der zu messenden Spannung kleiner als 1%

3. Neue Silizium- und Germanium-HF-Transistoren

Silizium-npn-HF-Transistoren der Reihe P 501 bis P 503A

Seit einiger Zeit stehen dem Entwickler in der Sowjetunion Silizium-HF-Transistoren zur Verfügung, die bis +150 °C einsetzbar sind und eine Kollektorverlustleistung von 150 mW bei Zimmertemperatur besitzen. Die Gehäuseform (Bild 1) ähnelt unserer OC-880-Reihe. Das Gewicht des Transistors beträgt 1,5 p. Für alle Transistoren gemeinsam gelten folgende Daten:

Bild 1: Gehäuseform des P 501

Arbeitspunkt

10 V Kollektorspannung
3 mA Kollektorstrom in Basisschaltung

Meßwerte

Kollektorreststrom bei +120 °C $I_{CO max}$ 100 μA
Stromverstärkung α 0,9
Grenzfrequenz f_α ≧10 MHz
Kollektorkapazität bei f = 5 MHz C_c 10 pF
Ausgangsleitwert h_{22} $3 \cdot 10^{-6}$ S
maximale Kollektorspannung U_{Cmax} 20 V
maximaler Emitterstrom I_{Emax} 10 mA

Die Fertigungsstreuungen werden durch folgende Typen innerhalb der Reihe erfaßt:

Typ	P 501	P 501 A	P 502	P 502 A	P 503	P 503 A
Stromverstärkung	0,9	0,95	0,9	0,95	0,9	0,95
Grenzfrequenz	10 MHz	10 MHz	20 MHz	20 MHz	40 MHz	40 MHz

Im Bild 2 ist der Einfluß des Emitterstroms und der Kollektorspannung auf die Grenzfrequenz in Basisschaltung für den Transistor P 501 dargestellt. Man erkennt das vom Aufbau abhängige breite Maximum bei mittleren Emitterströmen. Bild 3 zeigt, wie der Stromverstärkungsfaktor in Emitterschaltung im oben angegebenen Arbeitspunkt (10 V/3 mA) mit der Umgebungstemperatur ansteigt.

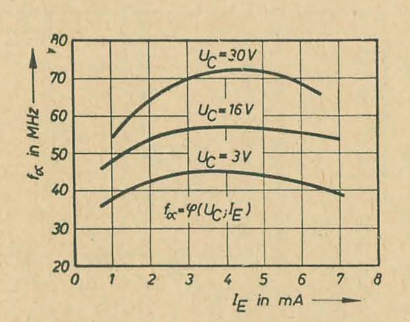


Bild 2: Grenzfrequenz f_α als Funktion von Emitterstrom und Kollektorspannung (P 501)

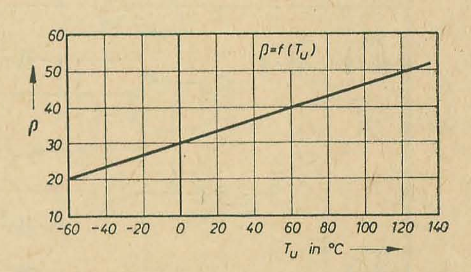


Bild 3: Unser Bild zeigt, wie der Stromverstärkungsfaktor in Emitterschaltung im Arbeitspunkt (10 V/3 mA) mit der Umgebungstemperatur ansteigt

Maße und Gewicht

größte Höhe 10,5 mm, größter Durchmesser 36 mm, Gehäuseform oval, Anschlußdrähte 2,8 mm Durchmesser, Gewicht 14 p

Germanium-HF-Leistungstransistoren der Reihe P 601 bis P 602A

Für HF-Sender oder Leistungsimpulsgeneratoren fehlte bisher ein Transistor mit etwa 5 Watt Kollektorverlustleistung und Grenzfrequenzen bis 10 MHz. Seit einiger Zeit wird in der Sowjetunion ein HF-Leistungstransistor gefertigt, der folgende technischen Daten besitzt:

Elektrische Werte

Arbeitspunkt: Kollektorspannung 10 V, Kollektorstrom 0,5 A

Kollektorreststrom I_{CO} 200 μA

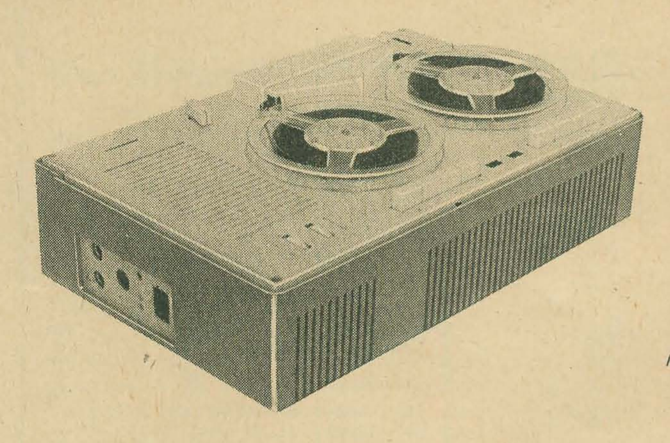
Stromverstärkungsfaktor in Emitterschaltung β 20 ··· 200

maximale Kollektorspannung U_{CBmax} 25 V, U_{CEmax} 12 V

maximaler Kollektorstrom I_{Cmax} 1 A

maximale Kollektorverlustleistung ohne Wärmeableitung: 1 W

mit Kühlblech Alum. 120 × 120 × 15 mm: 5 W



BG 26-1

ein modernes Heimmagnettongerät

Dipl.-Ing. GEORG BRARDT und Dipl.-Ing. ROLF DICKE

Mitteilung aus der Leitentwicklungsstelle für Elektroakustik Berlin im VEB Meßgerätewerk Zwönitz

Von der Entwicklungsstelle Berlin des VEB Meßgerätewerk Zwönitz wurde eine Neukonstruktion geschaffen, die neuesten technischen Erkenntnissen Rechnung trägt. Sie ist so universell, daß sie die reibungslose Ableitung einer ganzen Reihe von Gerätetypen mit besonderen technischen Eigenschaften (wie verschiedene Bandgeschwindigkeiten, Mono- und Vierspurtechnik usw.) gestattet.
Das erste Gerät dieser Typenreihe ist das nachfolgend beschriebene BG 26.
Geräte mit anderen Bandgeschwindigkeitskombinationen, Vierspurtechnik usw. befinden sich in Vorbereitung (BG 27, BG 28, BG 29, BG 30).

Aufbau

In seinen technischen Daten und der äußeren Form ist das Heimmagnettongerät BG 26 mit entsprechenden Geräten auf dem Weltmarkt vergleichbar.

Die Festlegung der äußeren Form erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Hochschule für bildende und angewandte Kunst in Berlin-Weißensee. Das Gerät kann in einem Kunststoffgehäuse ausgeliefert werden, wobei alle über die Abdeckplatte hinausragenden Bedienungselemente und die Bandspulen durch einen glasklaren Polystyroldeckel geschützt werden, der aufklappbar ist und im Bedarfsfall abgenommen werden kann. Eine andere Variante gelangt ohne sonstige Änderungen in einem kunstlederüberzogenen Holzgehäuse zur Auslieferung.

Bedienungs- und Anschlußelemente

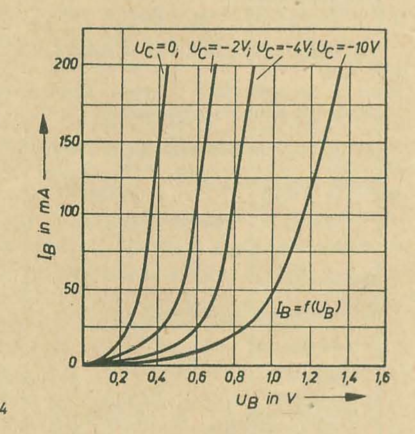
Durch die im Bild des Gesamtgerätes vorn links erkennbare Tastengruppe erfolgt die Wahl der mechanischen Betriebsarten, in der Reihenfolge ,,Halt" — ,,Langsamer Vorlauf" (bei Aufnahme oder Wiedergabe) — ,,Schneller Rücklauf" — ,,Schneller Vorlauf". Die Wahl der elektrischen Betriebsarten erfolgt durch die rechts erkennbare, ebenfalls vier Tasten umfassende Gruppe von Bedienungselementen, in der Reihenfolge: ,,Innenlautsprecher" (aus oder ein) — ,,Trickaufnahme" — ,,Rundfunkaufnahme" — ,,Mikrofonaufnahme". Das rechte der zwischen beiden Tastengruppen angeordneten Kontrollfelder leuchtet bei Aufnahme rot, das linke bei Wiedergabe oder Halt grün, so daß man sich mit einem Blick von der eingestellten Betriebsart überzeugen kann. Etwa auf gleicher Höhe mit diesen Tastengruppen befinden sich zwei Rändelräder. Mit dem linken kann zunächst das Gerät aus- und eingeschaltet und die Aussteuerung des Bandes bei Aufnahme geregelt werden. Bei der Wiedergabe eines bespielten Bandes erfolgt die Einstellung der Lautstärke des Innenlautsprechers ebenfalls durch das linke, die Einstellung der Klangfarbe durch das rechte Rändelrad. Die Höhe der Aussteuerung kann durch Beobachtung der links hinten befindlichen Anzeigeröhre EM 84 kontrolliert werden; rechts daneben befindet sich der Schalthebel für die Umschaltung der Bandgeschwindigkeit und hinter der Abdeckung der Kopfträgerplatte der Druckknopf zum Zurückstellen der Bandstellenanzeige. Die Zuführung der Netz- und Eingangsspannungen erfolgt am Anschlußfeld, das hinter einem Ausschnitt der linken Seitenwand zugänglich ist. Hier befindet sich auch der Rundfunkausgang sowie Anschlußbuchsen für den Außenlautsprecher, den Mikrofoneingang, einen Kleinhörer zum Mithören bei Mikrofonaufnahmen und die Erdbuchse.

Baukastenprinzip

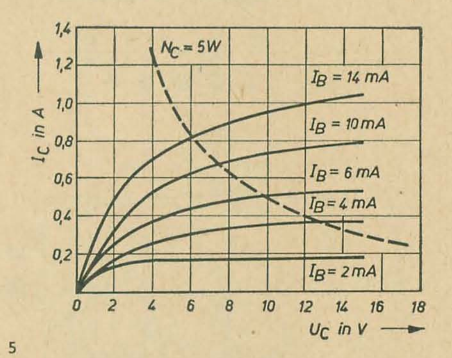
Der konstruktiven Trennung von Laufwerk, Verstärker und Netzteil wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Bild 1 zeigt eine Ansicht des Gerätes bei abgenommener Abdeckplatte. Unterhalb des Lautsprechers befindet sich der Netzteil. Er bildet eine abgeschlossene

---

Fortsetzung von Seite 108



4



5

Bild 4: Eingangskennlinienfeld des Transistors P 601 in Emitterschaltung

Bild 5: Ausgangskennlinienfeld des Transistors P 601 in Emitterschaltung

maximal zulässige Umgebungstemperatur +60 °C
Wärmewiderstand 2 °C/W

Bild 4 zeigt das Eingangskennlinienfeld des Transistors P 601 in Emitterschaltung, im Bild 5 ist schließlich noch das Ausgangskennlinienfeld des gleichen Transistors dargestellt.

Unterscheidung der einzelnen Typen der Reihe

Typ	P 601	P 601 A	P 601 B	P 602	P 602 A
Grenzfrequenz	20 MHz	20 MHz	20 MHz	60 MHz	60 MHz
Stromverstärkung	20	40 ··· 100	80 ··· 200	40 ··· 100	80 ··· 200
Kollektorreststrom I_{CO}	200 μA	100 μA	130 μA	100 μA	130 μA

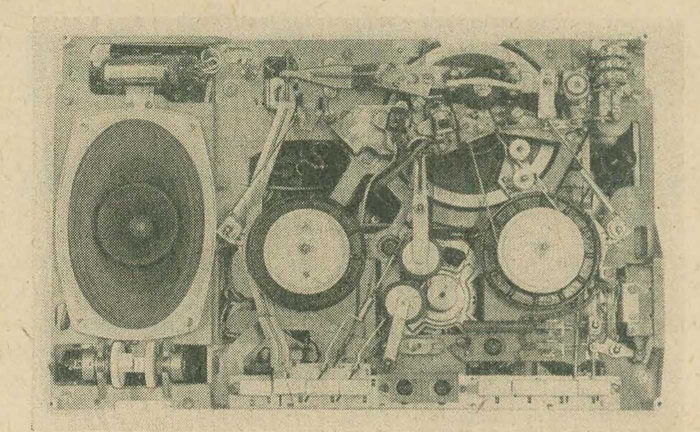


Bild 1: Ansicht des Gerätes von oben bei abgenommener Abdeckplatte

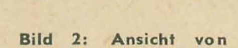


Bild 2: Ansicht von unten

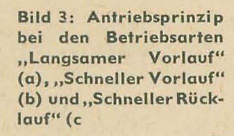
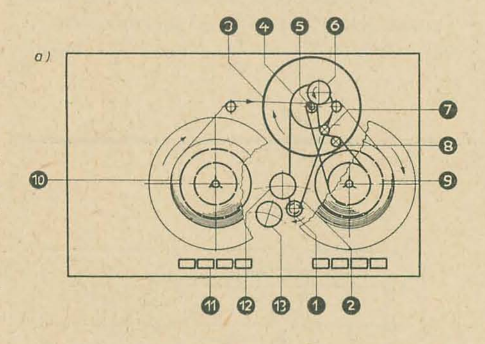
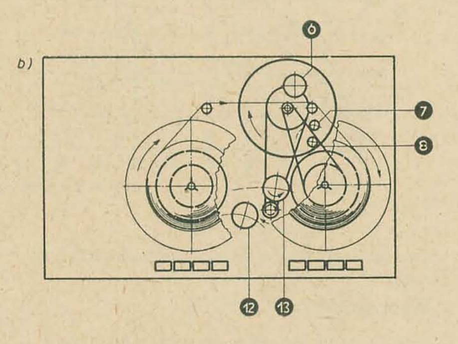
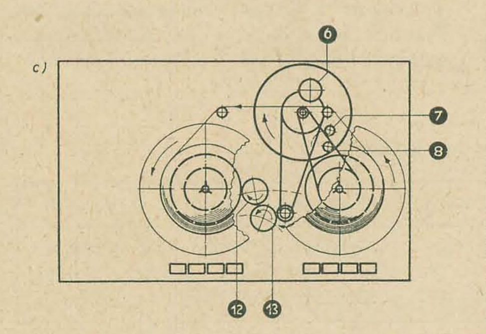


Bild 3: Antriebsprinzip bei den Betriebsarten „Langsamer Vorlauf" (a), „Schneller Vorlauf" (b) und „Schneller Rücklauf" (c

▼







Einheit (Bild 2) und kann nach Lösen der Schraubverbindungen und Auftrennen zweier Steckverbindungen herausgenommen werden. An der Unterseite des Netzteils sind die Gerätesicherungen so angebracht, daß sie auch im eingebauten Zustand des Gerätes jederzeit bequem durch eine verschließbare Öffnung im Gehäuseboden zugänglich sind. Verstärker, Entzerrer und HF-Generator sowie die nötigen Schalter sind auf einer Printplatte mit gedruckter Verdrahtung untergebracht.

Antriebsprinzip

Bild 3 zeigt das Prinzip des Antriebs und des Bandtransportes. Bei der Betriebsart „Langsamer Vorlauf" (Bild 3a) treibt der polumschaltbare Kondensatormotor vom VEB Elektrogerätebau Leisnig über das Motorritzel (1) und den Gummiflachriemen (2) die Schwungmasse (3) auf der Riemenscheibe (4) an. Schwungmasse, Riemenscheibe und Tonrolle (5) bilden eine Einheit. Der Bandtransport erfolgt durch Anschwenken der Gummiandruckrolle (6) an die Tonrolle. Dabei wird das Magnetband von dem auf der linken Kupplung (10) aufliegenden Wickelteller abgezogen, während der rechten Kupplung (9) das zum Aufwickeln nötige Drehmoment über einen Rutschriemen (8) zugeführt wird. Auf der rechten Seite wird die Funktion der zweiteiligen Filzrutschkupplung mit fest angetriebenem Unterteil vom Rutschriemen übernommen, der, von der Schwungmasse angetrieben, den Geschwindigkeitsausgleich des rechten Bandwickels ermöglicht. Durch die schwenkbare Spannrolle (7) kann die Größe des Aufwickelmomentes und damit die Größe des

Technische Daten

Bandgeschwindigkeit:
9,5 cm/s; 4,75 cm/s

Spurlage:
Internationale Doppelspur

max. Spulengröße: 15 cm

Bandtyp:
CRL-Band (bzw. CR-Band)

Frequenzbereich:
50 ··· 6000 Hz bei 4,75 cm/s
50 ··· 12000 Hz bei 9,5 cm/s

Gleichlaufschwankungen:
< 0,4% bei 9,5 cm/s (gemessen mit MM5
< 0,6% bei 4,75 cm/s Klamann & Grahnert)

Klirrfaktor bei Vollaussteuerung:
$K_3 = 3\%$

Fremdspannungsabstand:
46 dB, bezogen auf Vollaussteuerung ($K_3 = 3\%$)

Eingänge:
Rundfunk ≈ 3,5 mV an 50 kΩ
Mikrofon ≈ 3,5 mV an 500 MΩ

Ausgänge:
Rundfunk ≧ 0,775 V an 20 kΩ
Leistungsausgang ≈ 1,5 W an 5 Ω
Ausgang für Kleinhörer (niederohmig)

Breitbandinnenlautsprecher: 1,5 W

Mithörmöglichkeit bei Aufnahme und Wiedergabe durch eingebauten Lautsprecher oder Kleinhörer

Umspulzeit:
etwa 2,5 min (schneller Vor- und Rücklauf)

Löschdämpfung: ≧ 65 dB

Vormagnetisierungs- und Löschfrequenz:
80 kHz

Röhrenbestückung:
EF 86, ECC 83, EM 84, EL 95

Dekadisches Zählwerk mit Nullstellungstaste

Aussteuerungsanzeige: EM 84

Aussteuerungsmöglichkeit in Stellung „Halt"

Drucktastensteuerung

Beleuchtete Betriebsartenanzeige

Bandendabschaltung

Bandrißschalter

Automatische Haltauslösung

Tricktaste

Klangregler

Netzspannungen: 110, 127, 220 V (50 Hz)

Leistungsaufnahme: 35 W

Abmessungen: 411 × 270 × 136 mm

Masse: etwa 9 kg

Mitgeliefertes Zubehör: Kunstlederkoffer
Diodenkabel
ein Netzkabel
Leerspule

Anschlußmöglichkeit für
Mischpult, Außenlautsprecher, Tonkoppler SM 81 von Feingerätewerk Weimar, Mikrofon- und Kleinhörer

Aufwickelbandzuges eingestellt werden. Die beiden Reibräder (12) und (13) treten beim langsamen Vorlauf nicht in Aktion und befinden sich in Ruhestellung. Durch die Tastengruppe (11) soll die Lage der Bedienungselemente gekennzeichnet werden.

Bei der Betriebsart „Schneller Vorlauf" (Bild 3b) ist die Gummiandruckrolle (6) von der Tonrolle abgeschwenkt, so daß sich das Band zwischen beiden Bandführungsbolzen frei bewegen kann. Der Rutschriemen (8) wird durch Schwenken der Spannrolle (7) entspannt; die rechte Kupplung wird allein von dem an Motorritzel und Kupplung angeschwenkten Reibrad (13) angetrieben. Das Reibrad (12) befindet sich auch jetzt noch in Ruhestellung.

Da der Motor seinen Drehsinn beibehält, macht sich beim „Schnellen Rücklauf" (Bild 3c) die Einschaltung eines weiteren Reibrades (12) notwendig, um der linken Kupplung bei der Zuführung des Drehmomentes den richtigen Wickelsinn zu geben. Gummiandruckrolle und Rutschriemen nehmen die gleiche Lage wie bei „Schnellem Vorlauf" ein. Der lose die rechte Kupplung umschlingende Rutschriemen sorgt dabei gleichzeitig für den nötigen Wickelbandzug.

Das Anschwenken der Reibräder bzw. des Hebels, auf dem die Gummiandruckrolle befestigt ist, erfolgt auf mechanischem Wege über Zuggestänge durch Drücken der jeweiligen Taste. Die Verriegelung einer gedrückten Taste wird durch einen Zugmagneten aufgehoben, der bei Betätigung der Halttaste anspricht.

Durch den vom Herkömmlichen abweichenden Bandlauf (das Band wird nach wie vor links ab- und rechts aufgewickelt, doch befinden sich Köpfe, Schwungmasse usw. auf der dem Bedienenden abgewandten Seite) konnte der

Bild 4: Bauelemente der Kopfträgerplatte

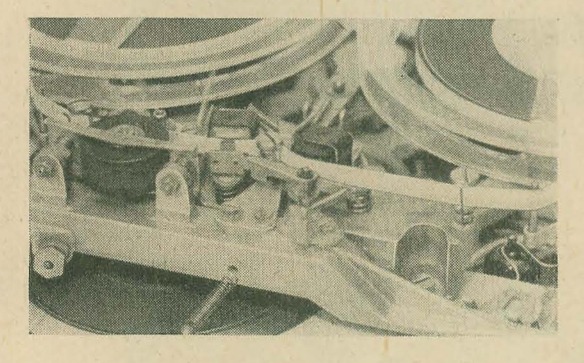
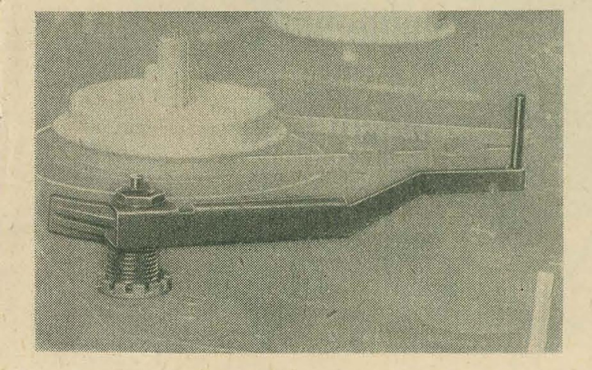


Bild 5: Rechte Bandbremse



Aufwand für die mechanische Bedienung eingeschränkt werden.

Bandlauf

Bild 4 zeigt den Transport des Bandes bei der Betriebsart „Langsamer Vorlauf" und die Aufgabe der hierbei wirksamen Bauelemente. Das Band passiert zunächst, vom Bandwickel kommend, den linken Umlenkbolzen (im Bild rechts). Es folgen der Löschkopf und der kombinierte Sprech-Hör-Kopf. Beide Köpfe werden von einem federnden Blechwinkel auf der in zwei Richtungen taumelbaren Kopfaufnahme unverrückbar festgehalten. Der Blechwinkel kann durch leichten Druck aus der Kopfaufnahme ausgeklinkt und der Kopf ohne weitere Hilfsmittel ausgewechselt werden. Um die E.C.E.C.-Bestimmungen über die Spurlage bei Halbspurbetrieb einzuhalten und die Austauschbarkeit der auf anderen Geräten bespielten Bänder zu gewährleisten, überstreicht der Spalt des Sprech-Hör-Kopfes und des Löschkopfes die untere Hälfte des Bandes.

In Verbindung mit der Gummiandruckrolle sorgt die an der Berührungsstelle des Bandes gewalzte und hartverchromte Tonrolle für einen gleichmäßigen Transport. Die mit der Tonrolle starr verbundene Schwungmasse ist zweiteilig. Das untere Schwungmassenlager besteht aus Sinterbronze. Das Gewicht der Schwungmasse wird von einer Stahlkugel aufgenommen.

Oben sorgt ein gutgeschmiertes Kunststoff-Dreiecklager für einen ruhigen und vibrationsfreien Lauf der Tonrolle. Selbst geringfügiges Vibrieren der Tonrolle führt unweigerlich zu Gleichlaufschwankungen mit Störfrequenzen im Bereich von 100 Hz bis etwa 300 Hz.

Die Gummiandruckrolle ist auf dem schwenkbaren Andruckhebel so gelagert, daß eine vollkommene Achsenparallelität zur Tonrolle erreicht wird. Dazu kann ihre Lage durch eine exzentrische Gewindebuchse der Rollenhalterung und durch entsprechende Justage der Lagerung des Andruckhebels in zwei aufeinander senkrecht stehenden Horizontalrichtungen eingetaumelt werden. Will man das periodische Auswandern des Bandes am Sprech-Hör-Kopf vermeiden, ist das eine wesentliche Voraussetzung, außerdem wird das Band bei unvollkommener Parallelität der beiden Achsen durch die ungleichmäßige Druckverteilung beim Durchlauf deformiert und die Qualität der Aufnahme herabgemindert.

Ein ebenfalls am Andruckhebel befestigter Umlenkbolzen sorgt für die erforderliche Umschlingung der Köpfe durch das Band.

Der Band-Kopf-Kontakt wird durch ein Filzplättchen erhöht. Dieses Plättchen ist in der Mitte eines aus sehr dünnem Federblech hergestellten Bügels befestigt und kann sich der Lage des Kopfspiegels leicht anpassen, ohne jedoch zu Vibration zu neigen. Eine gleichmäßige Druckverteilung über die gesamte Breite des Bandes ist die Folge. Der Federbügel selbst befindet sich am Ende eines kleinen Hebels, der durch Federkraft den nötigen Andruck herbeiführt.

Bremsen

Das BG-26-Laufwerk ist mit Bremsen ausgerüstet, die den Bandzug beim Bremsen selbsttätig regeln.

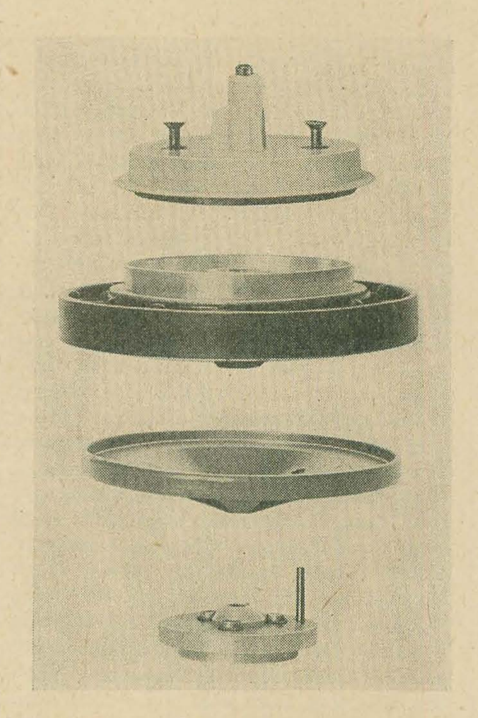


Bild 6: Teile der linken Kupplung

Ein in der Nähe der jeweiligen Kupplung drehbar gelagerter Fühlhebel mündet am anderen Ende in einen Stift, der durch einen Schlitz der Abdeckplatte hindurchragt und vom auf- oder abgewickelten Band umschlungen wird. Eine Ansicht der rechten Bremse zeigt Bild 5. Am Fühlhebel ist leicht beweglich ein Bremsklotz mit dem Bremsbelag Cosid befestigt, der sich der Rundung der Kupplung anpaßt. Der Bremsklotz wird durch eine Feder gegen die Kupplung gedrückt. In Abhängigkeit vom Drehsinn entsteht durch die Reibung zwischen Kupplung und Bremsbelag ein unterschiedliches Bremsmoment. Der Bremsklotz wird gewissermaßen zwischen Fühlhebellagerung und Kupplungsmittelpunkt verkeilt, wenn sich die rechte Kupplung entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn dreht. Es entsteht eine größere Reibung und ein größeres Bremsmoment als bei Drehung im Uhrzeigersinn. Bei der linken Kupplung ist entsprechend der symmetrischen Anordnung die Bremswirkung bei Drehung im Uhrzeigersinn größer.

Durch den beim schnellen Vor- und Rücklauf bzw. auch beim langsamen Vorlauf entstehenden Bandzug wird der Bremsklotz der linken und der rechten Bremse von der Kupplung abgehoben. Drückt man jetzt die Halttaste, kann der Bremsbelag durch den zunächst absinkenden Bandzug die Kupplung wieder berühren. Ein sprunghaft ansteigender Bandzug wäre die Folge, wenn nicht das Band den Fühlhebelstift umschlingen und die Bremswirkung zurückregeln würde. Durch die erwähnte Richtungsabhängigkeit des Bremsmomentes wird die abwickelnde Kupplung stets stärker gebremst als die aufwickelnde, so daß eine Schlaufenbildung des Bandes vermieden wird.

Kupplungen

Die Kupplungen zeichnen sich durch gute Laufeigenschaften und Erzeugung eines konstanten Bandzuges aus. Der zur Aufnahme der Bandspule bestimmte Kupplungsoberteil (Bild 6 zeigt die Teile der linken Kupplung

und der zugehörigen Taumelscheibe) wird durch zwei Schrauben mit dem Unterteil verbunden. Die Lagerung der Kupplung erfolgt im Kernstück des Unterteils durch zwei Sinterbronzelager. Sie laufen geräusch- und wartungsfrei auf einer in der Laufwerk-Montageplatte eingepreßten Lagernadel. Der Unterteil der linken Kupplung ist außerdem mit einem Filzring versehen, der durch das Gewicht des Bandwickels auf eine beim langsamen Vorlauf in radialer Richtung feststehende Taumelscheibe gedrückt wird und dadurch einen vom Wickelradius nahezu unabhängigen Bandzug erzeugt. Zur Vermeidung kurzzeitiger Schwankungen ist diese Scheibe in axialer Richtung taumelbar. Wenn also der Filzring an bestimmten Stellen des Umfangs Unebenheiten aufweist, was sich erfahrungsgemäß trotz Überschleifens nicht immer ganz vermeiden läßt, kann die Taumelscheibe nach oben oder unten ausweichen, während sonst unvermeidbar Bandzugstöße auftreten würden. Die Taumelscheibe besteht ebenfalls aus Polyamid. Damit sich die Taumelscheibe beim schnellen Rücklauf mit der gesamten Kupplung mitdrehen kann, wird eine Schlingfeder benutzt. Sie befindet sich in einem ringförmigen Gehäuse und umschlingt die Kupplungsachse so, daß die Taumelscheibe bei Rechtslauf der Kupplung (langsamer und schneller Vorlauf) feststeht, beim schnellen Rücklauf jedoch freigegeben wird. Durch diese Maßnahme wird außerdem vermieden, daß beim schnellen Rücklauf ein erheblicher Teil des der Kupplung zugeführten Drehmoments ungenutzt verlorengeht. Bei der rechten Kupplung wird durch die Entspannung des Rutschriemens der gleiche Zweck verfolgt.

Schaltung

Bandendabschaltung

Die Bandendabschaltung ist so konstruiert, daß sie gleichzeitig als Bandrißschaltung wirkt. Ein großer Vorteil der gewählten Lösung besteht ferner darin, daß kein hierfür vorbereitetes Band benötigt wird, wie dies z. B. bei der Abschaltung durch Schaltfolie am Bandende der Fall ist.

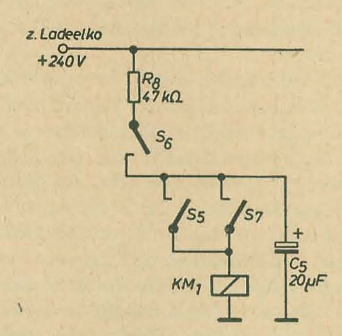


Bild 7: Prinzipschaltbild der Bandendabschaltung

Ein Fühlhebel tastet das Band ab. Bei Bandriß bzw. Bandende schließt er S_5 (Bild 7), so daß die Spannung des geladenen Elektrolytkondensators C_5 an die Klemmen des Zugmagneten KM_1 gelegt wird. Der anziehende Zugmagnet schließt S_7 (der bis zur völligen Entladung von C_5 geschlossen bleibt), löst alle gedrückten Tasten aus und bringt den Fühlhebel in seine Ruhelage zurück. Hierbei öffnen sich die vom Fühlhebel betätigten Kontakte S_5 und S_6; der Fühlhebel selbst wird in seiner Ruhelage durch eine Sperrklinke festgehalten, die nur bei erneuter Betätigung einer mechanischen Funktion ausgerastet wird. Wird eine der Tasten für den normalen Vorlauf bzw. schnellen Vor- oder Rücklauf gedrückt, ohne daß das Band einliegt, dann fällt der Fühlhebel ganz durch und schließt S_5 und S_6. Der Zugmagnet kann jedoch in diesem Falle nicht anziehen, da C_5 infolge der verzögerten Aufladung über R_8 noch nicht die erforderliche Spannung besitzt. Der Vorteil der beschriebenen Verzögerungsschaltung besteht darin, daß sämtliche Tasten auch ohne einliegendes Band betätigt werden können.

Automatische Haltauslösung bei Netzausfall

Die automatische Haltauslösung bei Netzausfall führt zur Erhöhung der Betriebssicherheit. Sie arbeitet nach dem Prinzip im Bild 8.

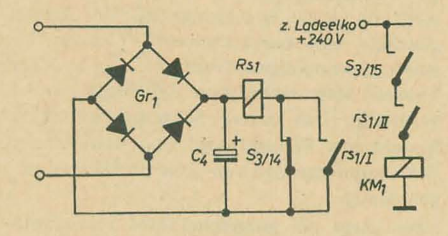


Bild 8: Prinzipschaltbild der automatischen Haltauslösung bei Netzausfall

Bei Netzausfall bzw. beim Ausschalten des Netzschalters reagiert das Kleinstumpfrelais Rs_1 fast trägheitslos. Schalter $rs_{I/II}$ schließt. War eine mechanische Funktion eingeschaltet ($S_{3/15}$ geschlossen), gelangt die Spannung des zu diesem Zeitpunkt noch nicht entladenen Ladeelkos C_{234} an die Klemmen des Zugmagneten KM_1. Der Magnet löst alle betätigten Funktionen aus.

Der besondere Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß bei Netzausfall bzw. beim Ausschalten des Gerätes die Gummiandruckrolle nicht mehr an die Tonachse angedrückt bleibt. Die Folge hiervon wäre eine bleibende Deformation der Andruckrolle und eine demgemäß enorme Verschlechterung der Gleichlaufeigenschaften.

Kombinierter Aufzeichnungs-Wiedergabeverstärker

Der kombinierte Aufzeichnungs-Wiedergabeverstärker ist in gedruckter Verdrahtung ausgeführt. Die Schaltelemente sind auf einer schwenkbaren Leiterplatte angeordnet, die über 9polige kontaktsichere Steckverbindungen mit Laufwerk und Netzteil verbunden ist (Bild 9). Die Leiterplatte kann ohne Auftrennen der Steckverbindungen herausgeklappt werden. Der Verstärker bleibt dabei voll betriebsfähig (Bild 10). Die Eingänge für Mikrofon und Rundfunk sind mittels zweier Drucktasten getrennt wählbar. Die Mikrofon-

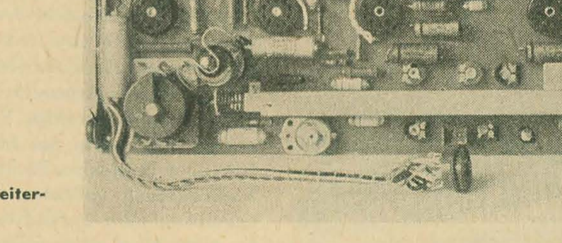


Bild 9: Bestückte Leiterplatte

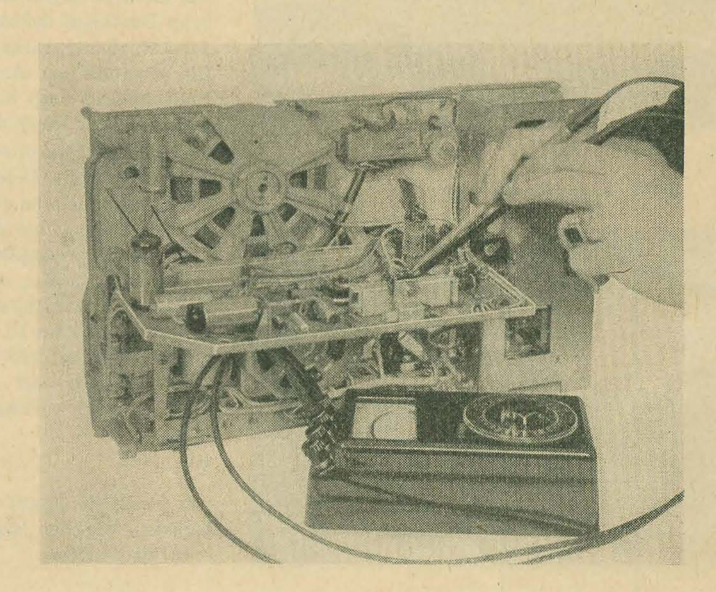


Bild 10: Leiterplatte herausgeklappt

buchse gestattet auch Aufnahmen von einem Plattenspieler oder einem zweiten Magnettongerät. Ein Überspielkabel wird nicht mehr benötigt.

Vorverstärker

Als Eingangsröhre wurde die kling- und brummarme EF 86 verwendet. Sie arbeitet als Vorverstärker und besitzt in Aufnahmestellung eine etwa 100fache Verstärkung. Bei Wiedergabe wird der Mittelabgriff des Einstellreglers R_{115} (Bild 11) gegen Masse gelegt. Durch diese Anordnung kann die Gesamtverstärkung des Wiedergabekanals so auf den Pegel des Hörkopfes abgeglichen werden, daß bei aufgedrehtem Lautstärkeregler R_5 die Endstufe ihre volle Leistung abgibt, ohne jedoch übersteuert zu werden. Das Potentiometer R_5 wirkt bei Aufnahme als Aussteuerungsregler.

Entzerrer

Nach der ersten Stufe folgt der kombinierte Aufzeichnungs-Wiedergabe-Entzerrer. Er umfaßt beide Systeme der ECC 83. Die Entzerrung erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Mehrfachgegenkopplung von der Anode des zweiten auf die Katode des ersten Systems der ECC 83.

Bei Mikrofon- bzw. Rundfunkaufnahme wird mittels eines Hebels der Schieber des auf der Leiterplatte untergebrachten Aufnahme-Wiedergabe-Schalters umgeschaltet. Ein Teil der Ausgangsspannung des zweiten Systems wird über den Spannungsteiler R_{126}, C_{113} und R_{117} in den Eingangskreis des ersten Systems eingekoppelt. Während C_{113} für die Anhebung der Tiefen sorgt, ruft der R_{117} parallelgeschaltete Reihenschwingkreis die für die Aufsprechentzerrung notwendige Höhenanhebung hervor. Beim Umschalten der Bandgeschwindigkeit wird ein zweiter auf der Leiterplatte befindlicher dreipoliger Schiebeschalter betätigt. Er schaltet die Schwingkreiskapazität und demzufolge die Resonanzfrequenz des Kreises um. Bild 12a zeigt den Aufsprechfrequenzgang für beide Bandgeschwindigkeiten. In Wiedergabestellung befindet sich der neunpolige Schiebeschalter in seiner Ruhelage.

Die Anodenwechselspannung gelangt hierbei vom Ausgang des zweiten Systems der ECC 83 über C_{117}, R_{127}, R_{125}, R_{124} an den Katodenwiderstand R_{117}. Diesem Zweig liegen in Reihe die Schaltelemente C_{113}, R_{126}, C_{115} parallel. Bei Einstellung der Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s wird bei Wiedergabe außer der schon erwähnten Umschaltung der Kreiskapazität noch R_{124} kurzgeschlossen. Hierdurch wird die für diese Bandgeschwindigkeit notwendige stärkere Mittenabsenkung erzielt. Bild 12b zeigt den Wiedergabefrequenzgang für beide Bandgeschwindigkeiten.

Die Entzerrung entspricht mit den Zeitkonstanten $\tau = 140/3180\,\mu s$ bei 9,5 cm/s und $\tau = (70 + 70)/3180\,\mu s$ bei 4,75 cm/s den Bestimmungen des I.E.C.-Entwurfs vom November 1961. Auch unter Berücksichtigung aller auftretenden Fertigungstoleranzen kann mit Hilfe der Regler R_{119}, R_{120}, R_{121} und R_{122}

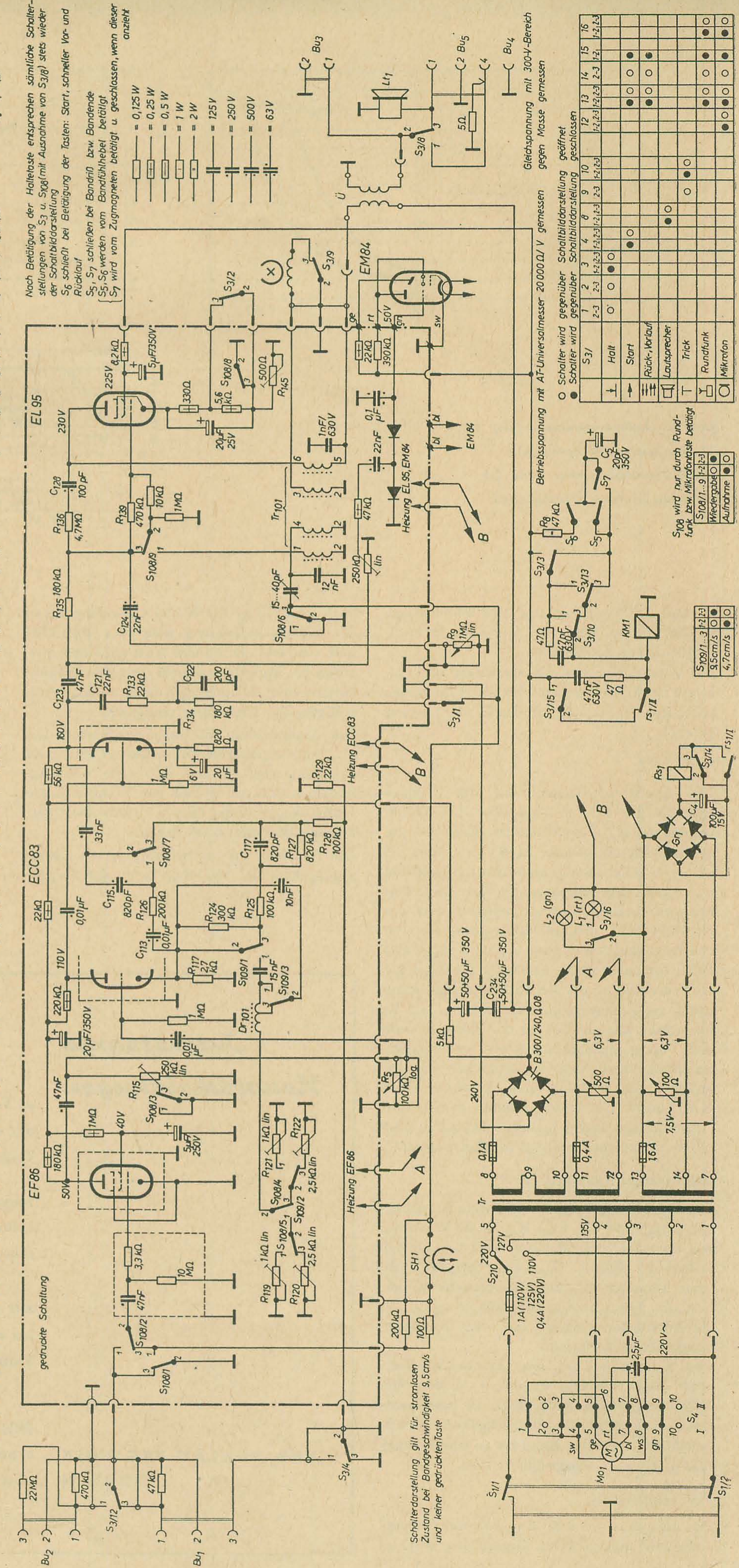
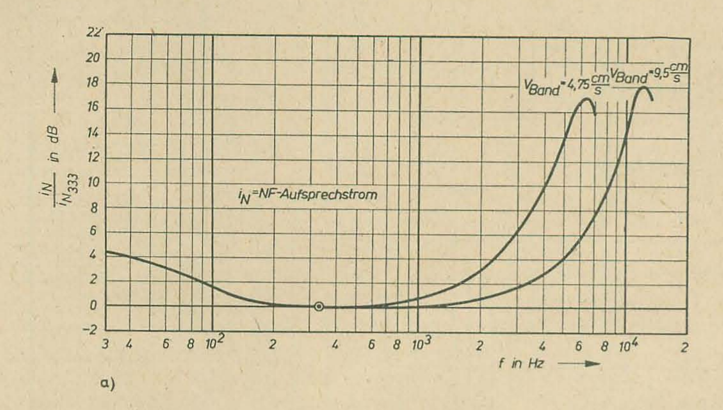
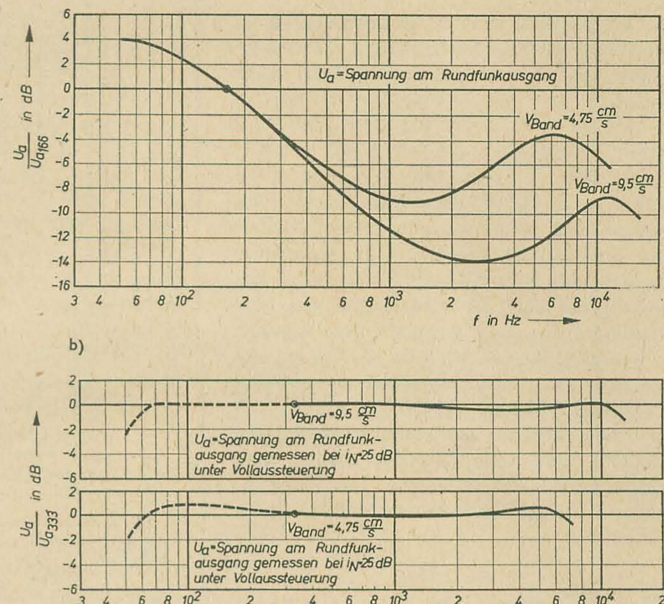


Bild 11: Schaltung des Heimmagnettongerätes BG 26





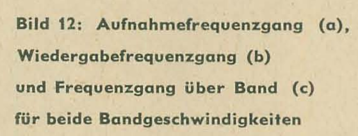


Bild 12: Aufnahmefrequenzgang (a), Wiedergabefrequenzgang (b) und Frequenzgang über Band (c) für beide Bandgeschwindigkeiten

ein linearer Frequenzgang über Band eingehalten werden. Bild 13c zeigt den Gesamtfrequenzgang des Gerätes.

Bei Wiedergabe wird die verstärkte und entzerrte Hörkopfspannung über den Spannungsteiler R_{128}, R_{129} und $S_{3/4}$ an den Diodenausgang geführt.

Endstufe

Die Anodenwechselspannung des zweiten Systems der ECC 83 wird über den Trennwiderstand R_{135} dem Gitter der Endröhre zugeführt. Die eingesetzte EL 95 garantiert bei geringer Heizleistung eine Ausgangsleistung von 1,5 W. Die Abmessungen des Netztrafos konnten dadurch gering gehalten und das Gerätegewicht herabgesetzt werden. Die Parallelgegenkopplung über C_{128} und R_{136} setzt den Klirrfaktor herab und hebt die Bässe an. Die Verstärkung der hohen Frequenzen kann durch die Klangregelkombination C_{124} und R_9 beeinflußt werden. Die an der Sekundärseite des Ausgangstransformators vorhandene Spannung wird dem Lautsprecher Lt_1 zugeführt. Bu_3 gestattet den Anschluß eines Kleinhörers. Durch $S_{3/8}$ können Innen- und Außenlautsprecher gemeinsam betrieben oder der Innenlautsprecher abgeschaltet werden.

Aussteuerungsanzeige

Bei Aufnahme gelangt die entzerrte Eingangsspannung über C_{121}, R_{133}, R_{134} an die Wicklung des Sprech-Hör-Kopfes und über C_{123} an das Gitter der EM 84. C_{122} verhindert, daß die über Trimmer C_{124} auf den Sprechkopf gekoppelte Vormagnetisierungsspannung in den NF-Verstärker gelangt und die Aussteuerungsanzeige verfälscht.

Die Empfindlichkeit der Aussteuerungsanzeige kann mit R_{141} eingestellt werden. Die Einstellung wird vom Werk so vorgenommen, daß sich die Leuchtbalken gerade berühren, wenn das Band bis zu einem Klirrfaktor $K_3 = 3\%$ ausgesteuert wird.

HF-Generator

Bei Aufnahme wird die Endstufe auf Generatorbetrieb umgeschaltet. Gleichzeitig wird jedoch dem Gitter der EL 95 ein geringer Teil der Aufsprechspannung über R_{139} zugeführt und verstärkt. Hierdurch wird ein leises Mithören bei Aufnahme sowohl über den Einbaulautsprecher als auch über einen an Bu_3 anzuschließenden Kleinhörer ermöglicht.

Der Generator ist mit einem Schalenkern aus Manifer ausgestattet und schwingt mit einer Frequenz von 80 kHz. Die hohe Schwingfrequenz setzt die Gefahr von Kombinationstonbildungen an der oberen Grenze des Übertragungsbereiches stark herab.

Die Endröhre ist im Schwingbetrieb stromgegengekoppelt. Mit R_{145} kann der Gegenkopplungsgrad so eingestellt werden, daß sich trotz Streuungen der Röhrendaten, Bauelemente usw. stets eine saubere unverzerrte und trotzdem ausreichende Spannung am Schwingkreis ergibt. Eine verzerrungsarme HF-Amplitude ist die Voraussetzung für eine verzerrungsarme und rauschfreie Bandaufzeichnung.

Trickaufnahme

Mit $S_{3/9}$ (Tricktaste) kann der Löschstrom unterbrochen werden. Dadurch wird ein nochmaliges Aufsprechen auf eine bereits vorhandene Aufnahme ermöglicht.

Das Heimtonbandgerät und seine Probleme

HEINZ FOERSTER

Tonbandgeräte sind heute die modernsten Tonträger-Aufnahme- und Abspielgeräte. Seit der Einführung des Hochfrequenzverfahrens (von *Braunmühl* und *Weber* 1940) bei Tonbandaufnahmen haben Tonbandgeräte eine Qualität erreicht, die heute von anderen Aufzeichnungsverfahren nicht überboten wird.
Die heute gebräuchlichen Bandgeschwindigkeiten sind:

76,2 cm/s	9,53 cm/s
38,1 cm/s	4,76 cm/s
19,05 cm/s	2,38 cm/s

Die Geschwindigkeiten 76,2 cm/s, 38,1 cm/s und in der letzten Zeit auch 19,05 cm/s finden vorwiegend bei Geräten mit Studioqualität Verwendung, wobei diese relativ hohen Bandgeschwindigkeiten neben dem Gleichlauf und geringen nichtlinearen Verzerrungen die Größe des Übertragungsbereiches bestimmen. Waren vor einigen Jahren noch Bandgeschwindigkeiten von 76,2 cm/s und 38,1 cm/s für die Übertragung der Frequenzen des menschlichen Hörbereiches erforderlich, erreicht man diese Werte heute schon mit 19,05 cm/s und mit Spitzengeräten sogar mit 9,53 cm/s.
Aber auch mit Heimtonbandgeräten mit den Bandgeschwindigkeiten 9,53 cm/s und 4,76 cm/s ist man dank der immer weiter verbesserten Übertragungseigenschaften in der Lage, Aufnahmen guter Qualität durchzuführen. Aus diesem Grunde erfreuen sich Heimtonbandgeräte einer immer größeren Beliebtheit.
Der Tonbandamateur hat oft den Wunsch, seine bespielten Tonbänder mit anderen Amateuren auszutauschen. Um diese Bänder aber auf anderen Geräten abspielen zu können, müssen die Geräte neben den gleichen Bandgeschwindigkeiten Merkmale besitzen, für die Normen festgelegt wurden. Die kritischste Forderung betrifft dabei die konstante Bandgeschwindigkeit, die sich vom Spulenanfang bis zum Ende und auch bei Netzspannungsschwankungen nicht ändern soll. Diese Änderungen des konstanten Bandvorschubes bei der Wiedergabe gegenüber der Aufnahme haben Tonhöhenunterschiede zur Folge, die von musikalischen Menschen ab 5% schon bemerkt werden. Noch unangenehmer sind Geschwindigkeitsschwankungen, die durch unrunden Lauf der Antriebsteile des Tonbandgerätes hervorgerufen werden. Kurzzeitige Schwankungen bis zu 25 Hz hört man als Jaulen, während sich schnellere Schwankungen in einer „rauhen" Wiedergabe bei den hohen Frequenzen bemerkbar machen.
Für den Tonbandamateur ist es ratsam, sich ein Testband für Prüfzwecke mit verschiedenen Aufnahmen, wie Meßtöne von 60 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 6000 Hz und Klaviermusik, zusammenzustellen, um sich schnell ein Bild über die Wiedergabequalität eines Tonbandgerätes machen zu können.
Die Aufzeichnungsrichtung und die Spurlage bei der in Heimtonbandgeräten üblichen Doppelspuraufzeichnung sind heute allgemein der internationalen Norm angepaßt, so daß dabei kaum noch Schwierigkeiten auftreten können (Bild 1). Auch die Breite des Tonbandes entspricht heute der Norm (6,25 ± 0,05 mm). Unterschiedliche Größen der Bandspulen bereiten allerdings die ersten Sorgen. Während bei einzelnen Geräten (z. B. BG 20) Flanschspulen mit einem Durchmesser bis 18 cm aufgelegt werden können, gestatten andere Geräte (z. B. KB 100) nur die Verwendung von Bandspulen mit einem Durchmesser bis zu 15 cm.
Die Industrie ist bemüht, durch die Fertigung von extrem dünnen, sogenannten Langspielbändern die Wiedergabedauer auch bei kleineren Spulen zu verlängern. Voraussetzung für eine gute Wiedergabequalität ist ein sauberer Kopfspalt, der frei von Staub und Tonbandabriebresten ist. Der Bandabrieb besteht aus nicht fest am Band haftenden Schichtteilchen, die von Zeit zu Zeit vom laufenden Band mitgerissen werden und sich am Kopfspalt festsetzen. Hier bewirken sie bei der Aufnahme Aussetzer und Lautstärkesprünge, die sich bei der Wiedergabe immer wieder bemerkbar und unter ungünstigen Verhältnissen eine Aufnahme unbrauchbar machen.

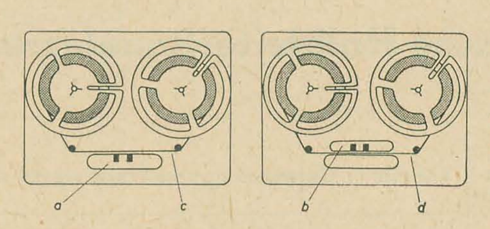


Bild 1: Anordnung der Köpfe bei Tonbandgeräten; a) alte Lage, b) neue Lage, c) Schichtseite außen, d) Schichtseite innen (neue Lage seit 1954 international festgelegt)

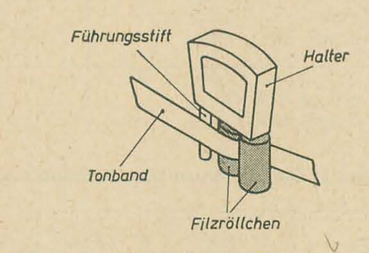


Bild 2: Bandreinigungsgabel

Für Schallplatten werden schon seit langem die verschiedensten Reiniger propagiert, aber auch für Tonbänder läßt sich ein kleines Reinigungsgerät mit gutem Erfolg anwenden. Ein bekannter Tonbandgerätehersteller [1] empfiehlt einen Bandreiniger, der sich auch leicht selbst herstellen läßt. Es handelt sich hier um eine sogenannte Bandreinigungsgabel (Bild 2), die aus zwei Filzröllchen und einem Führungsstift besteht. Das Band läuft dabei über die Filzröllchen der Bandreinigungsgabel, die vor der Einführung des Bandes in den Kopfträger zu halten ist. Die Reinigung wird dabei im schnellen Vorlauf durchgeführt, wobei sich Staub- und Bandteilchen am Filz absetzen.
Aber auch die richtige Behandlung des Bandes bei Heimtonbandgeräten kann wesentlich zur Steigerung und Erhaltung der Aufnahme- und Wiedergabequalität beitragen. Von zerknitterten Bändern sollte man sich grundsätzlich trennen, denn wellige und knittrige Bänder liegen am Kopfspalt natürlich nicht gleichmäßig an, sondern heben sich vom Kopfspalt mehr oder weniger ab. Sind die Spulenflansche verzogen, so daß sie beim Lauf am Tonband schaben, sind Bandbeschädigungen der Ränder nicht zu vermeiden und Qualitätsminderungen bei der Aufnahme und Wiedergabe zu erwarten. Wellige Bänder können bei den momentanen Bandqualitäten auch durch eine zusätzliche Erwärmung entstehen, die z. B. dann eintritt, wenn man das Band längere Zeit nach dem Abspielen auf dem betriebswarmen Gerät liegen läßt. Bandenden sind mit Vor- oder Nachspannband zu versehen, wobei die Farben Grün und Rot dann gleich auf Anfang und Ende hinweisen. Es eignet sich auch für erforderliche Beschriftungen, die sich gut darauf durchführen lassen.
Zusammenfassend läßt sich sagen, daß nur die einwandfreie mechanische Beschaffenheit des Tonbandes die höchst mögliche Qualität erreichen läßt.
Es ist bekannt, daß für die Qualität eines Heimtonbandgerätes ein breiter linearer Übertragungsbereich von entscheidender Bedeutung ist. Würde man die auf einem Gerät produzierten Aufnahmen auf dem gleichen Gerät wiedergeben, könnte man sich relativ einfach einen Überblick über den Frequenzgang des Gerätes verschaffen. Diese Messung würde eine sogenannte Über-Alles-Messung unter Einbeziehung der Aufnahme und des Bandes sein. Da es aber zum Stolz des Tonbandamateurs gehört, bespielte Tonbänder mit anderen Amateuren zu tauschen und er dabei nur mit hochwertigen Aufnahmen aufwarten möchte, ist eine Beurteilung des Gerätes auch hinsichtlich seines elektromagnetischen Aufzeichnungsverfahrens in Angleichung an die festgelegten Normen erforderlich. Es gibt dafür entsprechend den Bandgeschwindigkeiten spezielle Bezugsbänder [2]. Dabei bestehen die Unterschiede im Verlauf der Frequenzkurve, des Bandflusses und in der Wahl der Meßfrequenzen bei den verschiedensten Bandgeschwindigkeiten. Die Bezugsbänder besitzen einen Pegeltonteil, einen Aufzeichnungsteil zur Spalteinstellung, den Frequenzgangteil und einen Leerteil.
Es soll in diesem Beitrag nicht näher auf die einzelnen Meßmethoden eingegangen werden, zumal darüber schon ausführlich berichtet wurde [3] [4]. Der Austausch bespielter Tonbänder erfordert allerdings, daß die Geräte

diesen Festlegungen entsprechen, wenn man höchste Qualität erreichen will. Bei nicht korrekt eingemessenen und eingestellten Geräten ergibt sich dann, daß der Partner, mit dem man Bänder austauscht, über fehlende Höhen klagt, obwohl man selbst davon überzeugt war, daß die Aufnahme UKW-Qualität hatte. Der Grund ist oftmals eine Abweichung des Kopfspaltes von der Solleinstellung. Der Kopfspalt steht im Idealfall genau 90° zum vorbeilaufenden Tonband (Bild 3). Die Überprüfung der geringsten Abweichung (Eintaumeln der Köpfe) erfolgt dabei mit Hilfe eines Meßbandes, wobei der Spalt des Hörkopfes so lange zur Laufrichtung ausgerichtet wird, bis die größte Ausgangsspannung erreicht ist.

Abschließend sind den Bandzählwerken noch einige Worte zu widmen. Tonbandtauschfreunde könnten auf ihren Geräten eine bestimmte Stelle leichter wiederfinden, wenn die Anzeigegenauigkeit nicht von Gerät zu Gerät unterschiedlich wäre. Es ist üblich, Bandzählwerke entweder von der Aufwickel- oder Abwickelspule bzw. über eine gesonderte drehbare Rolle anzutreiben. Dabei ist die Anzeige wohl für den einen Gerätetyp konstant, weist aber große Abweichungen für die Angabe zwischen Bandanfang und Ende auf, je nachdem, ob die Spielzeit am Zählwerk durch den Antrieb von der Auf- oder Abwickelspule erfolgt. Nebenbei beeinflussen natürlich auch die Banddicke und die Spulengröße die Anzeige des Zählwerkes.

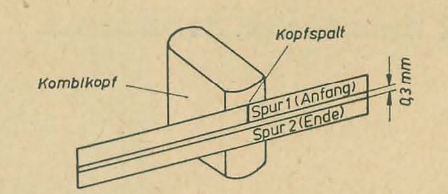


Bild 3: Lage des Kopfspaltes bei der Doppelspuraufzeichnung

Über die urheberrechtlichen Fragen bei Tonbandaufnahmen (Mitschnitten), die beim Austausch bespielter Tonbänder nicht außer acht gelassen werden dürfen, ist in einem anderen Aufsatz schon ausführlich berichtet worden [5].

Literatur

[1] Werbeschrift: Reinigen der Bänder mit GRUNDIG-Hilfsmitteln

[2] Bezugsbänder nach DIN 45513

[3] L. Schmiedekind: Der Frequenzgang beim Magnettonverfahren; radio und fernsehen 21 u. 22 (1957)

[4] F. Winckel: Schallaufzeichnung; Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bd. II, S. 551 bis 576

[5] Dr. jur. Anselm Glücksmann: Der Tonbandkrieg in Westdeutschland und die Regelung derselben Fragen in der DDR; radio und fernsehen 13 (1962) S. 395 bis 396

Neue tschechoslowakische Halbleiterbauelemente

Germanium-pnp-Transistoren OC 57 bis OC 60

Die NF-Transistoren OC 57 bis OC 60 in Miniaturausführung haben eine Verlustleistung von 10 mW und einen Wärmewiderstand von 1,5 °C/mW. Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 55 °C. Die Transistoren sind für Miniaturhörhilfen bestimmt.

Die technischen Daten sind aus Tabelle 1 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 1.

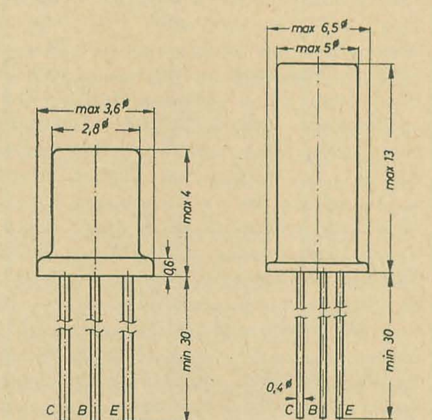


Bild 1: Abmessungen der Germanium-pnp-Transistoren OC 57 bis OC 60 (Abmessungen der Germanium-Miniaturdiode 70 NP 70)

Bild 2: Abmessungen der Germanium-pnp-Transistoren P 13 bis P 15 und OC 169 und OC 170 (Abmessungen der Germanium-Golddrahtdioden OA 5, OA 7 und OA 9)

Tabelle 1: Germanium-pnp-Transistoren OC 57 bis OC 60

Typ	$-I_{CBO}$[1]) in µA	$-U_{CEmax}$[2]) in V	$-I_{Cmax}$ in mA	f_β[3]) in kHz	h_{21e}[3]) (mittl.)	F[4]) in dB
OC 57	<2,5	7	10	>10	35	<10
OC 58	<2,5	7	10	>10	55	<10
OC 59	<2,5	7	10	>10	80	<10
OC 60	<2,5	7	10	—	55	<15

[1]) bei $-U_{CB} = 2$ V
[2]) bei $R_{BE} \leq 10$ kΩ
[3]) bei $-U_{CE} = 0{,}5$ V und $I_E = 0{,}25$ mA
[4]) bei $-U_{CE} = 2$ V und $-I_C = 0{,}5$ mA

Tabelle 2: Germanium-pnp-Transistoren P 13 bis P 15

Typ	$-I_{CBO}$[1]) in µA	$-U_{CEmax}$[2]) in V	$-I_{Cmax}$ in mA	f_α[3]) in kHz	h_{21}[3])	F[4]) in dB
P 13	<30	30	50	> 465	>0,92	<33
P 13A	<30	30	50	> 465	>0,97	<33
P 13B	<10	30	50	> 465	>0,92	<12
P 14	<30	30	50	>1000	>0,95	<33
P 15	<30	30	50	>2000	>0,95	<33

[1]) bei $-U_{CB} = 15$ V
[2]) bei $R_{BE} = 700$ Ω
[3]) bei $-U_{CB} = 5$ V und $I_E = 1$ mA
[4]) bei $-U_{CE} = 1{,}5$ V und $I_E = 0{,}5$ mA

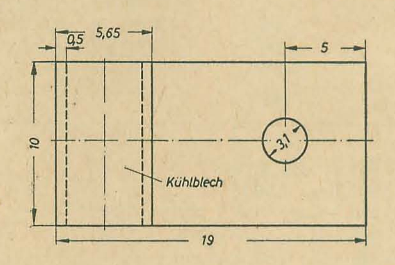
Tabelle 3: Germanium-pnp-Transistor OC 74

Typ	$-U_{CBO}$[1]) in µA	$-U_{CEmax}$[2]) in V	$-I_{Cmax}$ in mA	f_α[3]) in kHz	$-I_B$[3]) in mA	$-I_B$[4]) in mA	F[5]) in dB
OC 74	<20	20	300	>800	0,25 ··· 1	2 ··· 10	<30

[1]) bei $-U_{CB} = 9$ V
[2]) bei $R_{BE} \leq 500$ Ω
[3]) bei $-U_{CB} = 6$ V und $I_E = 50$ mA
[4]) bei $-U_{CE} = 1$ V und $I_E = 300$ mA
[5]) bei $-U_{CE} = 6$ V und $I_E = 5$ mA

Germanium-pnp-Transistoren P 13 bis P 15

Die NF-Transistoren P 13 bis P 15 haben eine Verlustleistung von 150 mW und einen Wärmewiderstand von 0,5 °C/mW. Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 100 °C. Die Transistoren sind für NF-Verstärker bestimmt.
Die technischen Daten sind aus Tabelle 2 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 2.



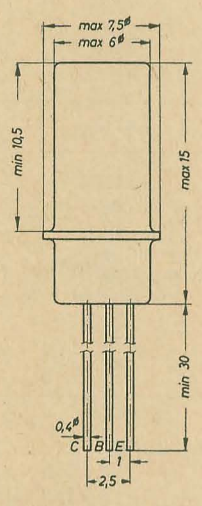


Bild 3: Abmessungen des Germanium-pnp-Transistors OC 74

Germanium-pnp-Transistor OC 74

Der NF-Transistor OC 74 hat eine mittlere Verlustleistung von 330 mW und einen Wärmewiderstand von 0,22 °C/mW. Die Verlustleistung kann bei $T_a = 25$ °C bei einer Al-Kühlfläche von 1250 mm² auf 500 mW erhöht werden, der Wärmewiderstand beträgt dann 0,09 °C/mW. Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 75 °C. Der Transistor ist für NF-Verstärker bestimmt.
Die technischen Daten sind aus Tabelle 3 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 3.

Transistorpaare 2×101 NU 71, 2×104 NU 71, 2×OC 72 und 2×OC 74

Die Transistorpaare der Germanium-npn-Transistoren 2×101 NU 71 und 2×104 NU 71 und das Transistorpaar 2×OC 72 in pnp-Ausführung haben eine Verlustleistung von je 125 mW, bei einer Al-Kühlfläche von 1250 mm² = 165 mW. Das Transistorpaar der Germanium-pnp-Transistoren 2×OC 74 hat eine Verlustleistung von je 330 mW, bei einer Al-Kühlfläche von 1250 mm² = 500 mW. Die Transistorpaare sind insbesondere für NF-Verstärker im B-Betrieb bestimmt.
Die Transistorpaare 2×101 NU 71, 2×104 NU 71 und OC 72 müssen folgende Bedingungen erfüllen: Die Stromverstärkungsfaktoren h_{21e} der beiden Transistoren dürfen bei $U_{CE} = 6$ V und $I_C = 10$ mA und bei $U_{CE} = 0,7$ V und $I_C = 80$ mA nicht mehr als 15% voneinander abweichen.
Das Transistorpaar 2×OC 74 soll folgende Bedingungen erfüllen: Die Stromverstärkungsfaktoren h_{21e} der beiden Transistoren dürfen bei $-U_{CE} = 6$ V und $-I_C = 50$ mA und bei $-U_{CE} = 1$ V und $-I_C = 300$ mA nicht mehr als 15% voneinander abweichen.

Tabelle 4: Germanium-pnp-Leistungstransistoren OC 16, OC 26, OC 27 und OC 30

Typ	$-I_{CBO}$ in µA	$-U_{CEmax}$ in V	$-I_{Cmax}$ in A	f_α in kHz	h_{21e}	$-U_{Kn}$ in V
OC 16	< 100¹)	32	3	200²)	30²)	
OC 26	< 100³)	32	3,5	$f_\beta > 2,5$⁴)	40⁵)	< 0,4⁶)
OC 27	< 100³)	32	3,5	$f_\beta > 2$⁴)	80⁵)	< 0,4⁶)
OC 30	< 40¹)	32	1,5	300⁷)	30⁷)	

¹) bei $-U_{CB} = 14$ V
²) bei $-U_{CB} = -U_{CE} = 7$ V und $-I_C = I_E = 0,95$ A
³) bei $-U_{CB} = 0,5$ V
⁴) bei $-U_{CE} = 6$ V und $-I_C = 1$ A
⁵) Mittelwert bei $-U_{CE} = 1$ V und $I_E = 1$ A
⁶) bei $-I_C = 3$ A und $-I_B = 0,5$ A
⁷) bei $-U_{CB} = -U_{CE} = 6$ V und $-I_C = I_E = 0,41$ A

Germanium-pnp-Leistungstransistoren OC 16, OC 26, OC 27 und OC 30

Der NF-Leistungstransistor OC 16 hat eine Verlustleistung von 12,5 W (Al-Kühlblech mind. 140×140×1,5 mm) und einen Wärmewiderstand von 1,8 °C/W. Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 75 °C.
Die NF-Leistungstransistoren OC 26 bis OC 27 haben eine Verlustleistung von 12,5 W (Al-Kühlblech mind. 220×220×1,5 mm) und einen Wärmewiderstand von 1,2 °C/W. Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 90 °C.
Der NF-Leistungstransistor OC 30 hat eine Verlustleistung von 3,5 W (Al-Kühlblech mind. 100×100×1,5 mm) und einen Wärmewiderstand von 7,5 °C/W. Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 75 °C.
Die Transistoren sind für NF-Leistungsverstärker oder Schaltkreise bestimmt.
Die technischen Daten dieser Transistoren sind aus Tabelle 4 ersichtlich. Die Abmessungen des Transistors OC 16 zeigt Bild 4, die der Transistoren OC 26 bis OC 27 Bild 5, die des Transistors OC 30 Bild 6.

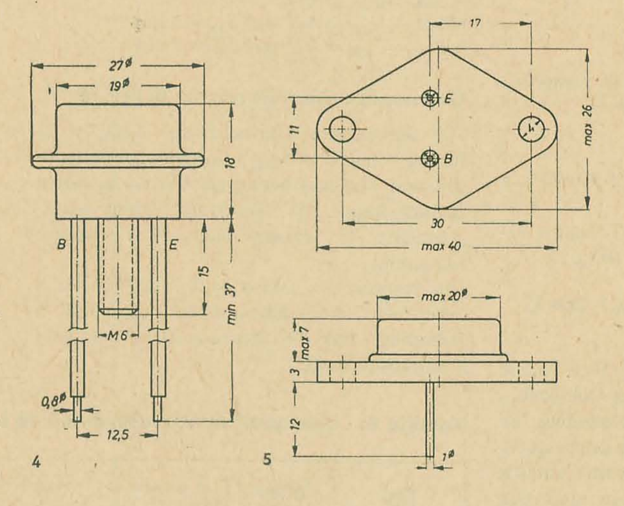


Bild 4: Abmessungen der Germanium-pnp-Leistungstransistoren OC 16 und 2 NU 73 bis 7 NU 73

Bild 5: Abmessungen der Germanium-pnp-Leistungstransistoren OC 26 und OC 27 und 2 NU 73 bis 7 NU 73

Germanium-pnp-Leistungstransistoren 2 NU 72 bis 5 NU 72 und 2 NU 73 bis 7 NU 73

Die NF-Leistungstransistoren 2 NU 72 bis 5 NU 72 haben eine Verlustleistung von 4 W (Al-Kühlblech mind. 220×220×1,5 mm) und einen Wärmewiderstand von 7,5 °C/W (der allerdings ohne Kühlblech auf 55 °C/W ansteigt). Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 75 °C.
Die technischen Daten sind aus Tabelle 5 ersichtlich, die Abmessungen zeigt Bild 6.
Die NF-Leistungstransistoren 2 NU 73 bis 7 NU 73 haben eine Verlustleistung von 12,5 W (Al-Kühlblech mind. 220×220×1,5 mm) und einen Wärmewiderstand von 1,8 °C/W (Ausführung wie OC 26) oder 1,5 °C/W (Ausführung wie OC 16). Die Sperrschichttemperatur T_{jmax} beträgt 90 °C.
Die technischen Daten sind aus Tabelle 5 ersichtlich, die Abmessungen zeigen die Bilder 4 und 5.
Die Leistungstransistoren 2 NU 72 bis 5 NU 72 und 2 NU 73 bis 7 NU 73 sind für Transverter, Schalt- und Regelkreise bestimmt.

Germanium-pnp-Leistungstransistoren 2 NU 74 bis 7 NU 74

Die NF-Leistungstransistoren 2 NU 74 bis 7 NU 74 haben eine Verlustleistung von 50 W, einen Wärmewiderstand von 0,8 °C/W und Kollektorspannungen von 24 V ··· 60 V. Ihr max. Kollektorstrom beträgt 15 A und die Stromverstärkung ist bei 10 A > 20. Die Transistoren haben eine Grenzfrequenz $f_\beta > 4$ kHz und eine max. Sperrschichttemperatur T_{jmax}

von 100 °C. Sie sind insbesondere für NF-Leistungsverstärker (mit A- oder B-Betrieb) und als Schalttransistoren geeignet.

Germanium-pnp-Transistoren OC 169 und OC 170

Die diffusionslegierten KW-Transistoren OC 169 und OC 170 haben bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C eine Verlustleistung von 50 mW. Die Transistoren haben bei $R_g = 200\,\Omega$, $f = 450$ kHz und bei $R_g = 150\,\Omega$, $f = 10{,}7$ MHz einen max. Rauschfaktor von 8 dB.
Der Transistor OC 169 eignet sich für HF- und ZF-Verstärker sowie Misch- und Oszillatorstufen in MW-Rundfunkempfängern und für ZF-Verstärker in UKW-Empfängern. Der Transistor OC 170 eignet sich für HF-Verstärker, Misch- und Oszillatorstufen in KW-Rundfunkempfängern und für ZF-Verstärker in UKW-Empfängern.
Die technischen Daten sind aus Tabelle 6 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 2.

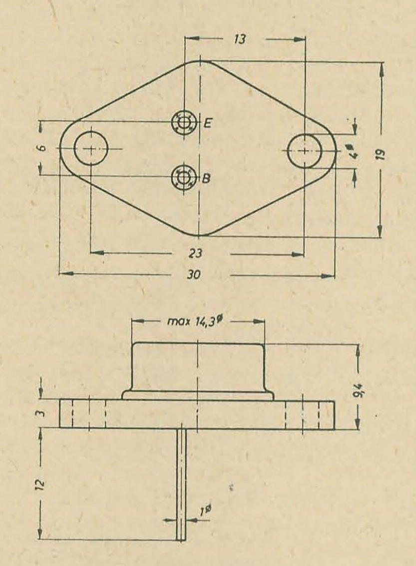


Bild 6: Abmessungen der Germanium-pnp-Leistungstransistoren 2 NU 72 bis 5 NU 72

Germanium-Golddrahtdioden OA 5, OA 7 und OA 9

Die Germanium-Golddrahtdiode OA 5 ist für allgemeine und die Germanium-Golddrahtdioden OA 7 und OA 9 sind insbesondere für Schaltzwecke bestimmt. Das Diodenquartett 4×OA 7 ist für nachrichtentechnische Zwecke bestimmt. Die technischen Daten sind aus Tabelle 7 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 2 (allerdings haben die Golddrahtdioden nur zwei Drahtanschlüsse).

Tabelle 5: Germanium-pnp-Leistungstransistoren 2 NU 72 bis 5 NU 72 und 2 NU 73 bis 7 NU 73

Typ	$-I_{CBO}$ in μA	$-U_{CEmax}$ in V	$-I_{Cmax}$ in A	f_β in kHz	h_{21e}	$-U_{Kn}$ in V
2 NU 72	< 100 [1]	24 [2]	1,5	> 3 [3]	> 10 [4]	< 0,6 [5]
3 NU 72	< 100 [1]	32 [2]	1,5	> 3 [3]	> 10 [4]	< 0,6 [5]
4 NU 72	< 150 [6]	48 [2]	1,5	> 3 [3]	> 10 [4]	< 0,6 [5]
5 NU 72	< 300 [7]	60 [2]	1,5	> 3 [3]	> 10 [4]	< 0,6 [5]
2 NU 73	< 1000 [1]	24 [8]	3,5	> 2 [9]	> 5 [10]	< 0,8 [11]
3 NU 73	< 1000 [1]	32 [8]	3,5	> 2 [9]	> 5 [10]	< 0,8 [11]
4 NU 73	< 1000 [6]	48 [8]	3,5	> 2 [9]	> 5 [10]	< 0,8 [11]
5 NU 73	< 2000 [7]	60 [8]	3,5	> 2 [9]	> 5 [10]	< 0,8 [11]
6 NU 73	< 2000 [12]	70 [8]	3,5	> 2 [9]	> 5 [10]	< 0,8 [11]
7 NU 73	< 2000 [12]	80 [8]	3,5	> 2 [9]	> 5 [10]	< 0,8 [11]

[1] bei $-U_{CB} = 15$ V
[2] bei $R_{BE} \leq 100\,\Omega$
[3] bei $-U_{CE} = 7$ V und $-I_C = 0{,}1$ A
[4] bei $-U_{CE} = 1$ V und $I_E = 1{,}5$ A
[5] bei $-I_C = 1{,}5$ A und $-I_B = 0{,}3$ A
[6] bei $-U_{CB} = 25$ V
[7] bei $-U_{CB} = 45$ V
[8] bei $R_{BE} \leq 30\,\Omega$
[9] bei $-U_{CE} = 6$ V und $-I_C = 1$ A
[10] bei $-U_{CE} = 1$ V und $I_E = 3$ A
[11] bei $-I_C = 3$ A und $-I_B = 1$ A
[12] bei $-U_{CB} = 60$ V

Tabelle 6: Germanium-pnp-Transistoren OC 169 und OC 170

Typ		OC 169	OC 170
$-I_{CBO}$ [1]	in μA	max. 13	max. 13
$-U_{CBmax}$	in V	20	20
$-I_{Cmax}$	in mA	10	10
f_α [2]	in MHz	min. 30; mittl. 60	min. 40; mittl. 70
h_{21e} [3]		min. 20; mittl. 100 max. 300	min. 20; mittl. 100 max. 300
P_{Cmax} [4]	in mW	50	50
T_{jmax}	in °C	75	75
K [5]	in °C/mW	0,6	0,6

[1] bei $-U_{CB} = 6$ V
[2] bei $-U_{CB} = 6$ V und $I_E = 1$ mA
[3] bei $-U_{CE} = 6$ V und $I_E = 1$ mA
[4] bei $T_a = 45$ °C
[5] im Intervall $T_a = 0 \cdots 55$ °C

Germanium-Miniaturdiode 70 NP 70

Die Germanium-Miniaturdiode 70 NP 70 ist für die Gleichrichtung von kleinen Spannungen und Strömen bestimmt. Sie ist in einem Metallgehäuse mit Glasdurchführung untergebracht; der Pluspol hat eine Farbkennzeichnung.
Die technischen Daten sind aus Tabelle 8 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 1 (allerdings hat die Miniaturdiode nur zwei Drahtanschlüsse).

Germanium-Fotodioden 10 PN 40 und 10 PN 250

Die Germanium-Fotodiode 10 PN 40 ist eine Diode in Kleinstausführung für stirnseitige Beleuchtung mit eingefügter Linse. Ihre Dunkelrauschspannung (bei 45 V und $R_L = 100\,k\Omega$ im Bereich 20 Hz ··· 20 kHz) ist < 15 mV. Rückstrom (bei $U_{KAmax} = 50$ V) < 50 μA, max. Verlustleistung = 40 mW, max. Umgebungstemperatur = 75 °C, max. Frequenzbereich (in welchem die Fotodiode auf

Tabelle 8: Germanium-Miniaturdiode 70 NP 70

Typ	I_{AKmax} in mA	U_{KAmax} in V	I_{AK} bei U_{AK}: in mA	in V	I_{KA} bei U_{KA}: in μA	in V	T_{jmax} in °C
70 NP 70	25	10	10	< 0,5	< 10	10	55

Tabelle 7: Germanium-Golddrahtdioden OA 5, OA 7 und OA 9

Typ	I_{AKmax} in mA	$I_{AKimpmax}$ [1] in mA	U_{AKmax} in V	I_{AK} bei U_{AK}: in mA	in V	I_{AK} bei U_{AK} [2]: in mA	in V	I_{KA} bei U_{KA}: in μA	in V	I_{KA} bei U_{KA} [2]: in μA	in V
OA 5	350	500	100	0,1	< 0,25	0,1	< 0,2	< 5	1,5	< 26	1,5
				300	< 1.25	300	< 1,25	< 30	100	< 120	100
OA 7	50	400	25	0,1	< 0,24	0,1	< 0,1	< 1	1,5	< 10	1,5
				30	< 0,67	30	< 0,65	< 7,5	25	< 45	25
OA 9	500	800	25	0,1	0,16	0,1	0,09	0,9	1,5	9	1,5
				500	0,74	500	0,70	3,3	25	21	25

[1] $t_{max} = 1$ s
[2] $T_a = 60$ °C

Tabelle 9: Siliziumdioden 1 NN 75 bis 3 NN 75

Typ	$I_{AKimpmax}$¹) in mA	$I_{AKimpmax}$²) in mA	U_{KAmax} in V	I_{AK} bei U_{KA} in mA	in V	I_{AK} bei U_{AK}³) in mA	in V	I_{KA} bei U_{KA} in µA	in V	I_{KA} bei U_{KA}³) in µA	in V	I_{KA} bei U_{KA} in µA	in V	I_{KA} bei U_{KA}³) in µA	in V
1 NN 75	250	100	215	1	1	1	1	0,01	10	10	10	0,2	200	20	200
2 NN 75	350	200	215	5	1	5	1	0,01	10	10	10	0,2	200	20	200
3 NN 75	300	150	115	3	1	3	1	0,01	10	5	10	0,1	100	14	100

¹) $t_{max} = 1$ s ²) $t_{max} = 1$ s bei $T_a = 100$ °C ³) bei $T_a = 150$ °C

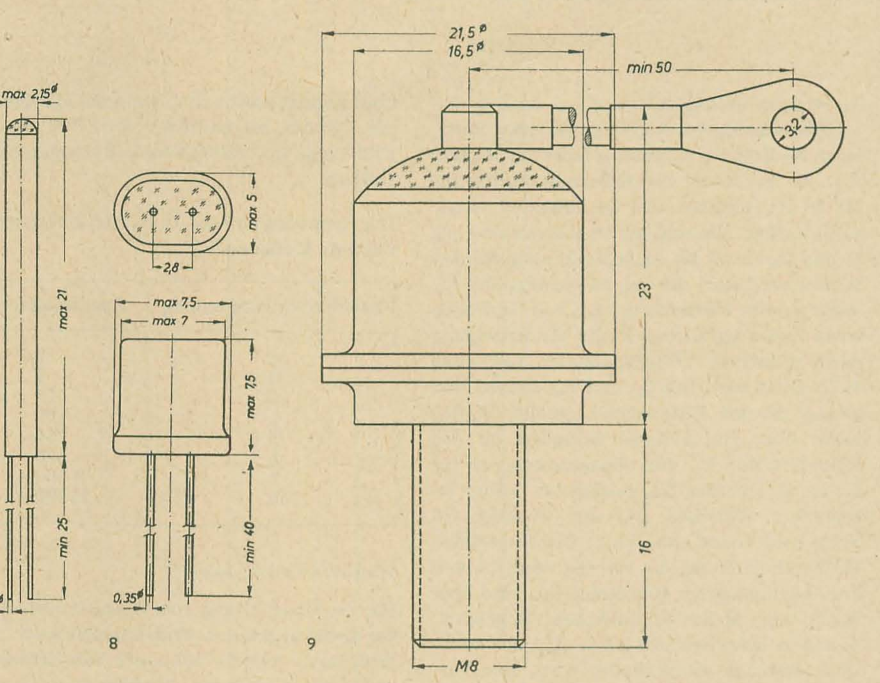


Bild 7: Abmessungen der Germanium-Fotodiode 10 PN 40

Bild 8: Abmessungen der Siliziumdioden 1 NN 75 bis 3 NN 75

Bild 9: Abmessungen der Silizium-Leistungsgleichrichter 72 NP 75 bis 74 NP 75

eine 2800-lx-Beleuchtungsunterbrechung anspricht) = 0 ··· 15 kHz. Die Abmessungen zeigt Bild 7.

Die Fotodiode 10 PN 250 ist eine PbS-Fotodiode, die für Spektroskopie im infraroten Bereich, Schutzanlagen, zur Indikation und Messung im sichtbaren sowie infraroten Bereich bestimmt ist. Ihre max. spektrale Empfindlichkeit liegt bei 2,2 µm, die durchschnittliche integrierte Empfindlichkeit liegt bei 10^{-1} A/W. Betriebsspannung = 40 V, U_{KAmax} = 80 V, Dunkelwiderstand = 10^6 Ω. Abmessungen: 20 mm Durchmesser und 70 mm Länge.

Siliziumdioden 1 NN 75 bis 3 NN 75

Die Siliziumdioden 1 NN 75 bis 3 NN 75 sind 150-mW-Punktkontaktdioden und sind für die Gleichrichtung von kleinen Strömen bestimmt. Der Punktkontakt entsteht durch einen elektrischen Impuls, der in einer kleinen Umgebung das n-Material durch p-Verunreinigungen legiert. Ihr Wärmewiderstand ist $K_{max} = 1$ °C/mW. Die Dioden sind in einem Metallgehäuse mit Glasdurchführung untergebracht; der Pluspol hat eine Farbkennzeichnung.

Mit diesen Dioden kann man die Dioden 1 N 302, 1 N 302 A und 1 N 303 ersetzen.

Die technischen Daten sind aus Tabelle 9 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 8.

Silizium-Leistungsgleichrichter 72 NP 75 bis 74 NP 75

Die Silizium-Leistungsgleichrichter 72 NP 75 bis 74 NP 75 aus n-Material entstehen durch Auflegieren eines Al-Kontaktes auf ein Si-Monokristall-Plättchen.

Die technischen Daten sind aus Tabelle 10 ersichtlich; die Abmessungen zeigt Bild 9.

Die Leistungsgleichrichter sind in einem walzenförmigen Metallgehäuse mit Glasdurchführung untergebracht; die Polarität ist auf diesem gekennzeichnet. Die Leistungsgleichrichter werden mit einem M8-Gewinde an die Kühlfläche angeschraubt. Das Gewicht beträgt 40 p.

Tabelle 10: Silizium-Leistungsgleichrichter 72 NP 75 bis 74 NP 75

Typ	I_{AKmax}¹) in A	$I_{AKimpmax}$ in A	U_{KAmax} in V	I_{KA} bei U_{KA}²) in µA	in V	I_{KA} bei U_{KA}³) in mA	in V	T_{jmax} in °C
72 NP 75	10	100	96	50	80	max. 10	80	155
73 NP 75	10	100	180	50	150	max. 8	150	155
74 NP 75	10	100	300	50	250	max. 6	250	155

¹) bei $U_{AK} = 1{,}1$ V (dieser Strom ist der max. dauernde Durchlaßstrom). ²) bei $T_a = 25$ °C. ³) bei $T_a = 125$ °C

Silizium-Gleichrichterblock KA 220/05

Der Silizium-Gleichrichterblock KA 220/05 ist für die Gleichrichtung der 220-V-Netzspannung bestimmt. Der Wert des gleichgerichteten Stromes beträgt bei kapazitiver Belastung 0,5 A.

Silizium-Sonnenbatterie

Die Silizium-Sonnenbatterie hat einen Wirkungsgrad von 10% und liefert 35 mA bei 400 mV.

Größe: 11 × 25 mm; wirksame Fläche: 230 mm².

Bei den o. a. Halbleiterbauelementen gilt der Wärmewiderstand bei idealer Wärmeableitung (d. h. bei genügend großer Kühlfläche). Die technischen Daten sind (wenn nicht anders angegeben) für $T_a = 25$ °C angegeben.

Die Halbleiterbauelemente sind gegen Vibrationen und Stöße bis zu 10g bei einer Frequenz von 50 Hz und Fallbeschleunigungen bis zu 40g widerstandsfähig.

Die Kollektoren der Transistoren und die Katoden der Dioden sind durch einen roten Farbpunkt gekennzeichnet. *Matuschek*

Literatur

[1] O. Šorejs: Co přinesla třetí elektronkářská konference v Rožnově (Was brachte die dritte Röhrenkonferenz in Rožnov); Sdělovací technika 7 (1961) S. 247 bis 248

[2] Mezinárodní veletrh Brno (Internationale Messe in Brno); Slaboproudý obzor 10 (1961) S. 634

Ein Universalfernsehservicegerät in Bausteinweise V

NORBERT PUDOLLEK

Bauanleitung für den Netzteilbaustein mit URC-Meßteil Teil 1

Die Beschreibung des Netzteilbausteines ist der letzte Teil des Universalfernsehservicegeräts. Gleichzeitig wird auf den Zusammenbau des gesamten Gerätes eingegangen. In diesem Geräteteil, der ebenfalls als selbständige Baueinheit aufgebaut werden kann, ist der Stromversorgungsteil für das gesamte Gerät enthalten.

Für zeitsparende Überprüfungen von Bauelementen sind direkt anzeigende Meßeinrichtungen sehr vorteilhaft. Mit dem eingebauten direkt anzeigenden Kapazitäts- und Widerstandsmesser lassen sich praktisch sämtliche Kondensatoren und Widerstände eines Fernsehempfängers mit ausreichender Genauigkeit kontrollieren. Mit Hilfe des Widerstandsmessers lassen sich darüber hinaus Dioden und Elektrolytkondensatoren funktionsmäßig prüfen. An dem eingebauten Drehspulmeßwerk können mittels eines Umschalters außer den RC-Meßwerten die Betriebsspannung des Gerätes sowie der Schwingstrom des HF-Oszillators im Prüfgeneratorbaustein angezeigt werden. Das Meßwerk wird weiterhin durch eine Reihe von Vorwiderständen als Spannungsmesser verwendbar und gestattet bei Benutzung des Hochspannungstastkopfes Spannungsmessungen bis zu 25 kV.

Schaltungsbeschreibung

Stromversorgung

Für die Stromversorgung aller vier Bausteine ist ein einziger Netztransformator mit neun Wicklungen vorgesehen. Er liefert über eine Zweiweggleichrichterschaltung mit der Röhre EZ 81 eine Anodenspannung von 240 V. Der Einsatz einer indirekt geheizten Gleichrichterröhre hat gegenüber anderen Ausführungen den Vorteil, daß in sämtlichen Baustufen Kondensatoren mit 250 V Betriebsspannung verwendet werden können, da die Gleichspannung erst anliegt, wenn auch die übrigen Röhren als Belastung aufgeheizt sind. Dadurch wird die Raumausnutzung günstiger. Zur Gewinnung der Anodenspannung für die Bildröhre im Oszillografenbaustein wurde eine Hälfte der Anodenwicklung des Netztransformators fortgesetzt, so daß an dem Pillengleichrichter, der im Stromlaufplan (Bild 2) mit Gr_1 bezeichnet ist, eine Gleichspannung von 500 V steht. Die Spannung ist negativ und wird mit der Anodenspannung von + 240 V zusammengesetzt. Der Siebkondensator für diese Hochspannung befindet sich im Oszillografenbaustein.

Die 4-V-Heizspannung für die Bildröhre ist an die Anschlußpunkte E_3 und E_4 geführt. Für die Heizung aller übrigen Röhren sind zwei 6,3-V-Heizwicklungen (10-11-12) vorgesehen, dessen Mitte geerdet ist. An den Anschlußpunkten 9-11-13 liegen jeweils 12,6 V. Diese Spannungen werden für die Austastung des Wobbeloszillators sowie zur Horizontalablenkung im Oszillografenbaustein benutzt. Am ersten Phasenschieber, C_5 und R_5, wird die Ablenkspannung abgegriffen. R_6 ist der Amplitudenregler für die X-Achse. Über C_6 gelangt dann die Ablenkspannung an den Anschlußpunkt E_{12} des Netzteilbausteines. Parallel zu E_{12} liegt ein Spannungsteiler aus R_{13} und R_{14}. An R_{13} kann der Arbeitspunkt für die EF 80 im Kippteil des Oszillografen eingestellt werden. Ein weiterer Phasenschieber mit C_7 und R_9 liefert die Austastspannung für den Wobbeloszillator, die am Anschlußpunkt E_{10} abgenommen werden kann. Gr_2 und Gr_3 bilden einen Zweiweggleichrichter für die Erzeugung einer negativen Gleichspannung von etwa 15 V. Diese wird mit C_{11} und R_{12} gesiebt und gelangt an den Gitterspannungsteiler R_{13}/R_{14} sowie über ein weiteres Siebglied an das Potentiometer P_1, dem Spannungsregler für die an die Buchsen Bu_7 gelangende Gittervorspannung. Zwischen Bu_7 und P_1 liegt ein Schutzwiderstand von 5 kΩ. Die eingestellte Gittervorspannung, die für den Abgleich von Fernsehempfängern erforderlich ist, wird über R_{10} an den „Meßartenumschalter" S_2 geführt, so daß in Schalterstellung 6 ($-U_g$) das Drehspulinstrument eingeschaltet wird. Der Vorwiderstand R_{10} ist so bemessen, daß am 50-μA-Instrument mit einer 100teiligen Skala der Endausschlag bei 10 V erreicht wird. Somit lassen sich an P_1 genaue Spannungswerte einstellen.

Gleichspannungsmesser

Der Gleichspannungsmeßteil besteht aus einer Reihe von Vorwiderständen, die mit dem Meßbereichsumschalter S_4 eingeschaltet werden können. Bu_5 und Bu_6 sind die Eingangsbuchsen für den Spannungsmesser. Mit Hilfe des Meßartenumschalters kann das Instrument sowohl in positiver wie auch in negativer Richtung gepolt werden. Das verwendete Meßwerk mit einem Endausschlag von 50 μA hat einen Drehspulwiderstand von etwa 2,5 kΩ. Der Gleichspannungsmesser erhält somit einen Innenwiderstand von 20 kΩ/V. Dieser Wert wird nur von einem guten Vielfachinstrument erreicht.

Der Vorwiderstand für den niedrigsten Meßbereich von 0,2 V (R_{15}) liegt zwischen Bu_6 und S_2. Da der Widerstand der Drehspule bei gleichem Endausschlag von Instrument zu Instrument sehr unterschiedlich sein kann, muß erst der Vorwiderstand für den 0,2-V-Bereich ermittelt werden. Er ergibt sich aus der Differenz zwischen 0,2 V · 20 kΩ/V und dem Innenwiderstand des Meßwerkes. R_{24} bis R_{30} sind die Vorwiderstände für die übrigen Meßbereiche. Der geringe Stromverbrauch von 50 μA ermöglicht noch einwandfreie Messungen an den Hochspannungsteilen der Fernsehempfänger. Durch entsprechende Vorwiderstände, die in einem gut isolierten Tastkopf untergebracht sind, kann der Meßbereich des Gerätes bis zu 25 kV erweitert werden. Bild 3 zeigt den vollständigen Hochspannungstastkopf.

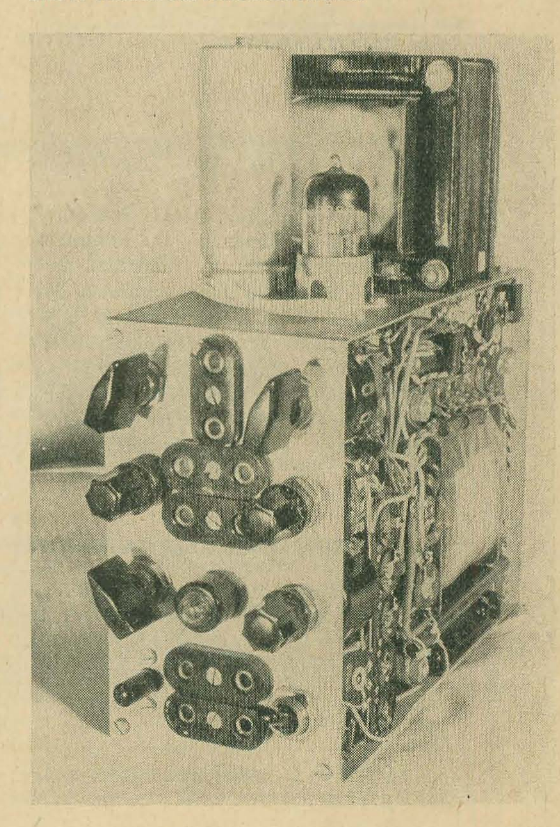
Der Spannungsmesser im Netzteilbaustein hat folgende Meßbereiche:

Schalterstellung von S_4	Spannung in V
1	0,2
2	1
3	10
4	100
5	250
6	500
7	1 000
8	25 000

Widerstandsmesser

Für die Überprüfung von Widerständen dient der direkt anzeigende Widerstandsmesser. Das Meßprinzip beruht auf einer Strommessung an einer definierten Gleichspannung. Mit Hilfe eines mehrstufigen Spannungsteilers wird die 240-V-Betriebsspannung auf ganz

Bild 1: Ansicht des Netzteilbausteines



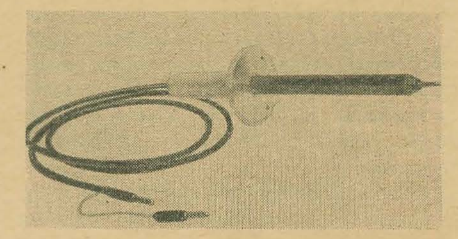


Bild 3: Fertiger Tastkopf für Hochspannungsmessungen bis zu 25 kV

Bild 2: Stromlaufplan des gesamten Bausteines

bestimmte Werte geteilt. An diese Spannungen kann über R_v und den Meßbereichsumschalter das Meßinstrument eingeschaltet werden (im Bild 2 ist es $S_{3\,IV}$, R_{19}, R_{21} und R_{23}).

Der zu messende Widerstand R_x liegt mit dem Instrument in Reihe. Bild 4 zeigt eine vereinfachte Darstellung des Widerstandsmessers.

Der Reihenwiderstand R_v ist so bemessen, daß bei kurzgeschlossenen Meßbuchsen ($R_x = 0$) der Endausschlag am Instrument erreicht wird. Die Meßbereiche wurden so ausgelegt, daß jeweils auf der Skalenmitte der Wert 1,0 erscheint. Dazu ist der Vorwiderstand

$$R_v = R_x' - R_i$$

erforderlich.

R_i ist der Innenwiderstand des Meßwerkes, während R_x' den zu messenden Widerstand für die Anzeige 1,0 darstellt. In den beiden niedrigen Meßbereichen ist die obenstehende Beziehung nicht mehr erfüllbar, da R_x' kleiner als R_i wird. In diesen Bereichen wird R_i mit Hilfe von Parallelwiderständen verkleinert, so daß dann $R_i \,||\, R_p = R_x'$ wird. Zwangsläufig mußte deshalb der Strom durch den zu messenden Widerstand erhöht werden. Das führt im niedrigsten Meßbereich ($R_x' = 100\ \Omega$) zu einer gewissen Beeinflussung der Meßspannung. Dabei ergibt sich für diesen Bereich eine geringe Abweichung von der gültigen Anzeige. Im Mustergerät wurde nämlich für alle Widerstandsbereiche eine einzige Skala verwendet. Bild 5 zeigt in einer grafischen Darstellung die relativen Ablesefehler im niedrigsten Meßbereich. Durch Erhöhung des Querstromes durch den Teiler ließe sich die Abweichung in der Anzeige zwar vermeiden, würde aber zu einer zusätzlichen Wärmeentwicklung innerhalb des Bausteines führen.

Für alle anderen Widerstandsbereiche ist der Strom durch den Meßkreis gegenüber dem Strom durch den Spannungsteiler sehr klein, so daß keinerlei Abweichungen von der Widerstandsskala zu erwarten sind. Die Meßspannung für die einzelnen Widerstandsbereiche ergibt sich aus der Beziehung

$$U_M = (R_v + R_i) \cdot 50 \cdot 10^{-6}$$

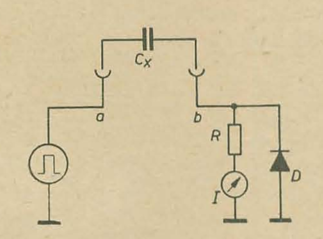
Der Spannungsteiler besteht aus der Widerstandskette R_{16} bis R_{18} sowie R_{20} und R_{22}. In der zweiten Stellung des Meßartenumschalters $S_{2\,III}$ wird dieser Teiler über P_2 mit der Betriebsspannung von 240 V verbunden. Gleichzeitig wird auch mit S_2 das Drehspulinstrument in den Meßkreis eingeschaltet. Da auf eine Stabilisierung der Schienenspannung verzichtet wurde, mußte für den Widerstandsmesser eine Eichmöglichkeit geschaffen werden. Dazu ist zwischen Bu_1 und Bu_2 ein Tastenschalter S_5 vorgesehen, mit dem die

Buchsen kurzgeschlossen werden können. Bei gedrückter Taste kann dann mit P_2 für jeden Meßbereich der genaue Endausschlag am Instrument eingestellt werden. Die Parallelwiderstände R_{41} und R_{42} werden mit der dritten Ebene des Meßbereichschalters S_{3III} eingeschaltet.
Für das Universalfernsehservicegerät wird das untere Ende des Spannungsteilers nicht an

Bild 4: Prinzip des direkt anzeigenden Widerstandsmessers

Bild 5: Anzeigefehler im niedrigsten Widerstandsbereich

Bild 6: Prinzip des direkt anzeigenden Kapazitätsmessers

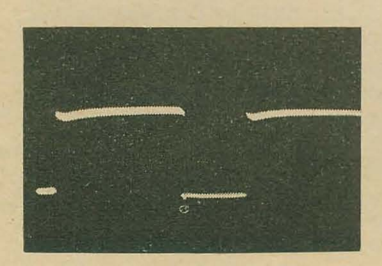


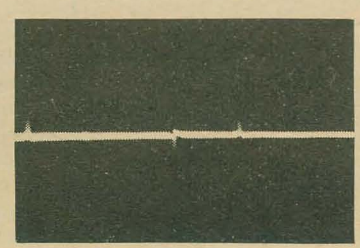
Masse gelegt, sondern liegt am Anschlußpunkt E_{14}. An dieser Stelle wird die Feldwicklung des Wobbelsystems aus dem Wobbelbaustein angeschlossen. Der Querstrom durch den Spannungsteiler wird dann gleichzeitig für die Vormagnetisierung des Oszillatorkernes verwendet. Auf diese Weise läßt sich mit P_2 die Mittenfrequenz des Wobbeloszillators in geringen Grenzen variieren, um mit der Frequenzskala am Abstimmdrehkondensator in Übereinstimmung gebracht zu werden. Aus der Kombination der Schaltung ist ersichtlich, daß bei Wobbelarbeiten der Meßartenumschalter auf „R_x" stehen muß. Der negative Anschluß des Meßwerkes liegt ebenfalls am Anschlußpunkt E_{14}, damit bei fehlender Verbindung zum Wobbelbaustein das Meßwerk nicht überlastet werden kann.

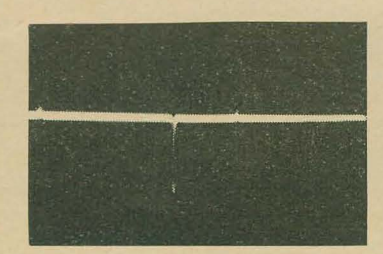
Kapazitätsmeßteil

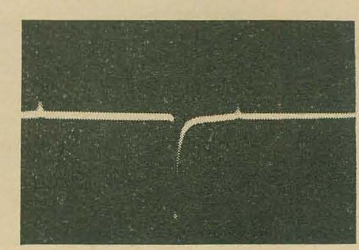
Für die direkt anzeigenden Kapazitätsmessungen wird eine bekannte Schaltung angewandt. Die Wirkungsweise der Meßschaltung soll anhand der vereinfachten Darstellung im Bild 6 erläutert werden.
Die in einem Rechteckwellengenerator erzeugten Spannungsimpulse werden als Meßspannung verwendet. Der zu messende Kondensator liegt zwischen den Klemmen a und b. Er bildet mit dem Widerstand R und dem Innenwiderstand des Meßinstrumentes ein Differenzierglied. Durch die Differenziation entstehen an den Vorder- und Rückflanken der Rechteckimpulse Stromspitzen. Die Breite dieser Stromspitzen ist von der Größe der Zeitkonstanten $R \cdot C_x$ abhängig. Die Impulsbreite wird dabei durch die Kapazität des zu messenden Kondensators bestimmt, da der Widerstand für alle Messungen unverändert bleibt. Da durch die Differenziation sowohl positive wie auch negative Stromimpulse entstehen, müssen die positiven Impulse mit Hilfe einer Diode so kurzgeschlossen werden, daß am Instrument nur die negativen Impulse zur Anzeige gelangen. Das Meßinstrument wird dann von einem gleichgerichteten Strom durchflossen, der der angelegten Kapazität C_x streng proportional ist. Die Skala des Instrumentes kann deshalb direkt in Kapazitätswerten geeicht werden und hat einen linearen Verlauf. Die Oszillogramme im Bild 7 demonstrieren noch einmal die Wirkungsweise des Kapazitätsmessers. Man erkennt die unterschiedlichen Impulsbreiten zwischen 7c (C_x = 1 nF) und 7d (C_x = 10 nF).
Für die Erzeugung der Rechteckspannung wird ein unsymmetrischer katodengekoppelter Multivibrator verwendet. Er ist mit einer ECC 82 bestückt. Der Kapazitätsmesser besitzt fünf Meßbereiche. Die Auswahl der Meßbereiche erfolgt wie für den Widerstandsmesser mit dem gleichen Umschalter S_3. Die Meßbereiche sind durch eine entsprechende Multivibratorfrequenz festgelegt. Frequenzbestimmend sind die Koppelkondensatoren zwischen den beiden Röhrensystemen (C_{12} bis C_{16}) in Verbindung mit den Gitterableitwiderständen R_{31} bis R_{35}. Die Gitterwiderstände sind regelbar, so daß ein genauer Abgleich der einzelnen Bereiche möglich ist.
Die Rechteckimpulse für den Meßkreis werden am gemeinsamen Katodenwiderstand, der sich aus dem Spannungsteiler R_{37}, R_{38} und R_{39} zusammensetzt, abgegriffen. Das Gitter der rechten Triode ($Rö_{II}$) liegt an Masse, während das Gitter der linken Triode über eine Germaniumdiode geerdet ist. Die Diode sorgt dafür, daß das Gitter keine positiven Spannungswerte annehmen kann. Dadurch werden Verzerrungen der als Meßgrundlage dienenden Rechteckspannung am Katodenwiderstand vermieden. Das ist für ein genaues Arbeiten der Meßschaltung sehr wichtig.
Über S_{3III} gelangt die Rechteckspannung an die Eingangsbuchse Bu_3. Der zu messende Kondensator wird zwischen Bu_3 und Bu_4 angeschlossen. An Bu_4 liegt der Gleichrichter für die differenzierten Impulse. R_{43} ist der Vorwiderstand für das Meßinstrument, das mit dem Meßartenumschalter in Stellung 3 (C_x) eingeschaltet werden kann. In dieser Einstellung erhält der Multivibrator über die dritte Ebene des Schalters S_2 seine Anodenspannung. Über dem Instrument liegt ein Kondensator von 10 nF. Er verhindert, daß der Zeiger bei Kapazitätsmessungen Schwingungen ausführt. Der höchste Meßbereich für Kondensatoren ist 1 μF. Die dazu erforderliche Frequenz der Rechteckspannung müßte bei 15 Hz liegen, was aber zu einem allzustarken Vibrieren des Zeigers führen würde. Deshalb wurde für diesen Bereich eine etwas höhere Meßfrequenz (etwa 30 Hz) benutzt und dafür die Amplitude der Rechteckspannung mit Hilfe des Spannungsteilers entsprechend herabgesetzt.
Ebenso wie im Widerstandsmeßteil, so wurde auch hier eine Eichmöglichkeit eingebaut. Dazu können die gleichen Bedienungsorgane wie für den Widerstandsmesser verwendet werden. Für die Eichung der Kapazitätsbereiche werden Normalkondensatoren benutzt. Die Kondensatoren C_{18} bis C_{22}, die mit S_{3IV} eingeschaltet werden können, besitzen die genauen Kapazitätswerte für den Endausschlag am Instrument. Sie werden beim Niederdrücken des Tastenschalters S_5 (Eichen) über die Eingangsbuchsen gelegt. Da ja bekannt-

Bild 7: Oszillogramme aus dem Kapazitätsmeßteil, a) Meßspannung an der gemeinsamen Katode des Multivibrators, b) differenzierte Spannung an Bu_4 ohne Gr_4, c) differenzierte Spannung an Bu_4 mit Gr_4 (C_x = 1 nF), d) differenzierte Spannung an Bu_4 mit Gr_4 (C_x = 10 nF)









lich die Frequenz eines Multivibrators sehr stark spannungsabhängig ist, kann mit Hilfe des im Anodenzweig liegenden Potentiometers P_2 eine gewisse Frequenzregelung vorgenommen werden. Damit läßt sich der Kapazitätsmesser ebenso leicht wie der Widerstandsmesser nacheichen. Die Anodenspannung müßte dann allerdings mit einem zusätzlichen Elektrolytkondensator überbrückt werden. R_{40} ist bei voll aufgedrehtem Potentiometer als Schutzwiderstand wirksam und verhindert eine Überlastung des Umschalters.

Für die Schwingkontrolle des Markenoszillators wird an den Anschlußpunkt E_{13} die Gitterspannung aus dem Prüfgeneratorbaustein geführt. Mit Hilfe des Meßartenumschalters S_2 kann diese Spannung zur Anzeige gebracht werden. Der Vorwiderstand für die Gitterspannung ist so bemessen, daß im Normalbetrieb ein bestimmter Ausschlag, der auf der Skala durch eine Marke gekennzeichnet ist, erreicht wird. Für die Anzeige der Betriebsspannung entspricht der Vorwiderstand R_{44} einem Endausschlag von 250 V.

Die Eingangsbuchsen für die Fremdmodulation des Prüfgenerators Bu_{10} sowie der Modulationsgradregler P_3 befinden sich ebenfalls innerhalb des Netzteilbausteines. Der mit dem Potentiometer P_3 gekoppelte Schalter ermöglicht es, den Prüfgeneratorbaustein durch Abschalten der Anodenspannung außer Betrieb zu setzen.

Mit dem Meßartenumschalter S_2 sind folgende Einstellungen möglich:

Schalter-stellung	Kurz-bezeichnung	Meßart	Meßbereich
1	U≈	Schwingkontrolle	Prüfgenerator
2	R_x	Widerstandsmessung	0 ··· 20 MΩ
3	C_x	Kapazitätsmessung	0 ··· 1 μF
4	U_x —	Gleichspannungsmessung	0,2 V ··· 25 kV
5	U_x +		
6	—U_g	Gittervorspannung	0 ··· 10 V
7	U_B	Anodenspannungskontrolle	250 V

Der Meßbereichsumschalter S_3 gestattet folgende Einstellungen:

Schalterstellung	Meßbereich	
1	100 Ω	
2	1 kΩ	
3	10 kΩ	(R_x')
4	100 kΩ	
5	1 MΩ	
6	0 ··· 100 pF	
7	0 ··· 1 nF	
8	0 ··· 10 nF	(C_x)
9	0 ··· 0,1 μF	
10	0 ··· 1 μF	

Ein Verfahren zur Frequenzstabilisierung von Röhrengeneratoren

Die Güte eines Röhrengenerators wird vorwiegend durch die Stabilität der erzeugten Frequenz bestimmt.

Im nachfolgenden Beitrag wird die Abhängigkeit der erzeugten Frequenz von der Betriebsspannung untersucht und Verfahren zur Verringerung dieser Abhängigkeit vorgeschlagen.

Der Einfluß der Betriebsspannung auf die Frequenzstabilität ist vor allen Dingen darauf zurückzuführen, daß eine Änderung der Anodenspannung und der Heizspannung eine Änderung des Innenwiderstandes und der dynamischen Eingangskapazität hervorruft.

Die Abhängigkeit des Innenwiderstandes und der dynamischen Eingangskapazität von der Betriebsspannung ist für die einzelnen Generatorarten und für verschiedene Schaltungsvarianten unterschiedlich.

So liegt bei einem Generator in Eco-Schaltung die dynamische Eingangskapazität parallel zum Schwingkreis (Bild 1a). Der Widerstand des Schwingkreises liegt dabei als Belastung im Katodenkreis. Die Eingangskapazität einer auf diese Art belasteten Stufe ist

$$C_{ek} = C_{ga} + C_{gk}\,(1 - K_k) \qquad (1)$$

Darin bedeuten:

C_{ga} die Gitter-Anodenkapazität
C_{gk} die Gitter-Katodenkapazität
K_k das Übersetzungsverhältnis der angezapften Schwingkreisspule

Die parallel zur Schwingkreiskapazität liegende wirksame Kapazität ist somit vom Übersetzungsverhältnis und von der Betriebsspannung abhängig.

Sofern sich der Faktor K_k durch die Betriebsspannung erhöht, vermindert sich die wirksame Schwingkreiskapazität und die Frequenz vergrößert sich.

In der Schaltung nach Bild 1b, bei der die Katode auf HF-Nullpotential liegt und eine kapazitive Spannungsteilung erfolgt, liegt parallel zur Schwingkreiskapazität die Kapazität

$$C_{ea} = C_{gk} + C_{ga}\,(1 + K_a) \qquad (2)$$

Dabei ist der Faktor K_a der Verstärkungsfaktor der Stufe. In dieser Schaltung vergrößert sich mit Erhöhung des Faktors K_a die Schwingkreiskapazität und damit sinkt die Frequenz.

In der zweistufigen Schaltung nach Bild 1c liegen in der ersten Stufe die gleichen Verhältnisse wie bei der Eco-Schaltung (Bild 1a) vor; die Frequenz ändert sich auch entsprechend. Die Eingangskapazität — siehe auch Bild 1d — der Schaltung wird durch die Kombination beider Schaltungsvarianten bestimmt und lautet:

$$C_{eak} = C_{ga} + C_{gk} + C_{ga} \cdot K_a - C_{gk} \cdot K_k \qquad (3)$$

Bei Gleichheit der Summanden $C_{ga} \cdot K_a$ und $C_{gk} \cdot K_k$ ist die Eingangskapazität der Stufe allein durch die statischen Kapazitäten der Röhre gegeben. Die Eingangskapazität ist damit unabhängig von der Betriebsspannung. Die Faktoren K_a und K_k werden bestimmt durch

$$Ka = \frac{\mathfrak{U}_a}{\mathfrak{U}_e} = \frac{\mathfrak{J}_a \cdot \mathfrak{R}_a}{\mathfrak{U}_e} \qquad (4a)$$

$$K_k = \frac{\mathfrak{U}_k}{\mathfrak{U}_e} = \frac{\mathfrak{J}_k \cdot \mathfrak{R}_k}{\mathfrak{U}_e} \qquad (4b)$$

Dabei sind $\mathfrak{U}_a$ und $\mathfrak{U}_k$ die am Anoden- bzw. Katodenwiderstand anliegenden Wechselspannungen, $\mathfrak{J}_k$ und $\mathfrak{J}_a$ die Katoden- bzw. Anodenwechselströme und $\mathfrak{U}_e$ die Spannung am Eingang der Stufe.

Sind Anoden- und Katodenstrom gleich groß, dann ist auch

$$C_{ga} \cdot K_a = C_{gk} \cdot K_k,$$

wenn

$$\frac{C_{ga}}{C_{gk}} = \frac{\mathfrak{R}_k}{\mathfrak{R}_a} \qquad (5)$$

ist.

Diese Eigenschaft der beschriebenen Schaltung kann zur Stabilisierung der im Röhrengenerator erzeugten Frequenz benutzt werden. Die stabilisierende Wirkung kann durch einen Widerstand in der Zuleitung der Elektrode, die HF-Nullpotential führt, erreicht werden.

In Schaltungen, bei denen die Anode auf HF-Nullpotential liegt, errechnet sich der opti-

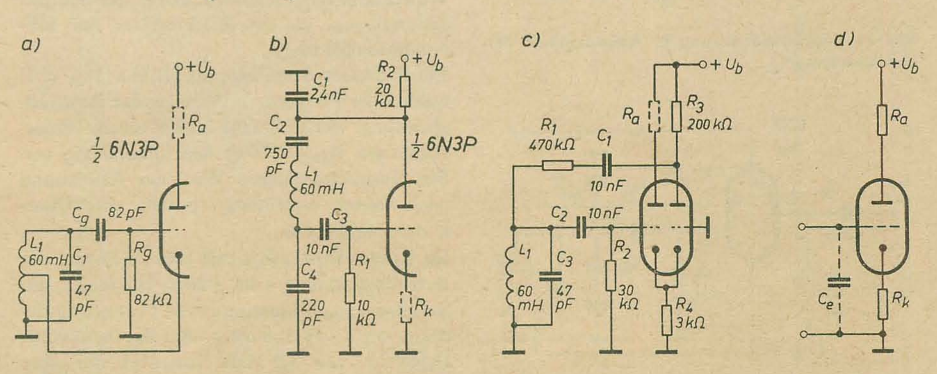


Bild 1: Generatoren in Eco-Schaltung, a) Eingangskapazität liegt parallel zum Schwingkreis, b) Katode liegt auf HF-Nullpotential, c) zweistufige Schaltung, d) vereinfachte Schaltung

male Widerstand auf Grund der Gleichung (5) zu

$$R_{a\,opt} \approx \frac{C_{gk}}{C_{ga}} \cdot R_k = \frac{C_{gk}}{C_{ga}} \cdot R \cdot K_{ü}^2 \qquad (6)$$

Dabei ist

R der Resonanzwiderstand des Schwingkreises

$K_ü$ der Übersetzungsfaktor zwischen Schwingkreis und Röhre

Die Aufstellung der Gleichung (6) ist nur dann berechtigt, wenn die Anodenstromkennlinie linear verläuft. Arbeitet die Röhre als Oszillator, wird diese Bedingung nicht eingehalten. Mit Hilfe dieser Gleichung kann man sich jedoch über den optimalen Wert des Widerstandes R_a orientieren. Der genaue Wert muß dann durch Versuch ermittelt werden.

Analog zur Gleichung (6) ergibt sich der optimale Wert für die Schaltung, bei der sich die Katode auf HF-Nullpotential befindet, zu

$$R_{k\,opt} \approx \frac{C_{ga}}{C_{gk}} \cdot R \cdot K_{ü}^2 \qquad (7)$$

Das beschriebene Prinzip der Stabilisierung wurde in einer optimal ausgelegten Generatorschaltung für eine Frequenz von 100 kHz erprobt.

Im Bild 2 sind die ermittelten Kurven für die Frequenzänderungen in Abhängigkeit von der Anodenspannung dargestellt. Die durchgehend gezeichneten Kurven gelten für eine Schaltung nach Bild 1a, die strichpunktiert gezeichneten für eine Schaltung nach Bild 1b

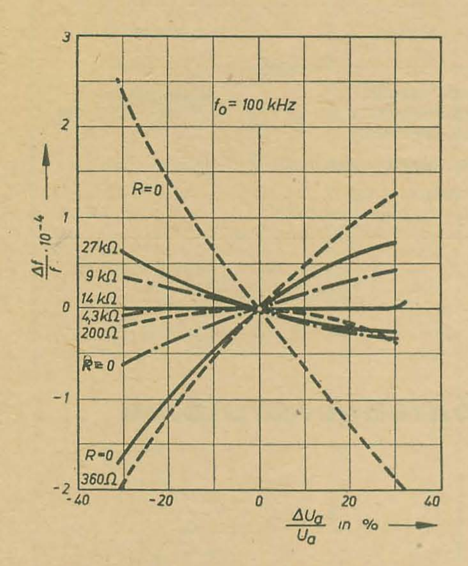


Bild 2: Frequenzänderung in Abhängigkeit der Anodenspannung

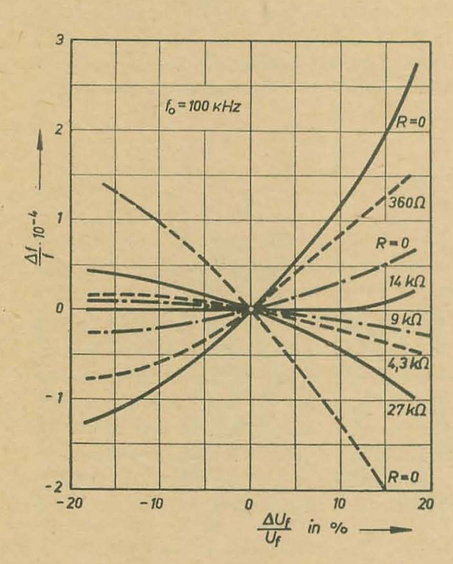


Bild 3: Frequenzänderung in Abhängigkeit der Heizspannung

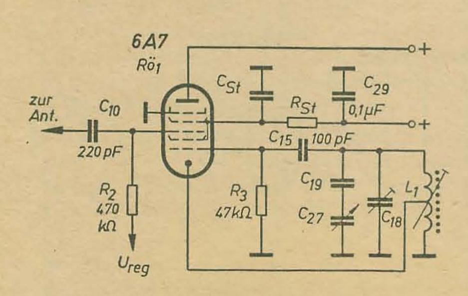


Bild 4: Schaltungsauszug aus dem sowjetischen Empfänger „Daugawa"

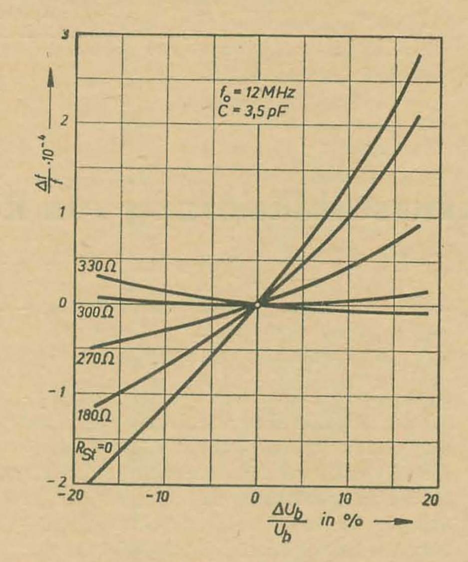
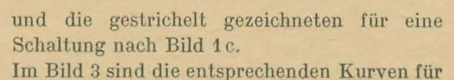


Bild 6: Frequenzänderung in Abhängigkeit der Betriebsspannung



und die gestrichelt gezeichneten für eine Schaltung nach Bild 1c.

Im Bild 3 sind die entsprechenden Kurven für die Abhängigkeit der Frequenz von der Heizspannung wiedergegeben. Besonders in Überlagerungsempfängern machen sich Frequenzänderungen unangenehm bemerkbar.

Das beschriebene Verfahren wurde deshalb im Empfänger „Daugawa" erprobt. Die Schaltung zeigt Bild 4. Der Oszillator wurde in Eco-Schaltung aufgebaut. Der stabilisierende Widerstand befindet sich dabei in der Schirmgitterleitung, da das Schirmgitter auf HF-Nullpotential liegt.

Bei fehlender Stabilisierung (Bild 5; $R_{St} = 0$) wächst die Frequenz mit steigender Betriebsspannung. Die Frequenz ist bei einem Widerstand von $R_{St} = 430\ \Omega$ fast unabhängig von Spannungsänderungen. Wird der Widerstand noch weiter vergrößert, so tritt eine Überkompensation ein.

Im Kurzwellenbereich ruft eine Änderung der Betriebsspannung von $\pm 20\%$ bei fehlendem Stabilisierungswiderstand eine Frequenzänderung von $5 \cdot 10^{-4}$ hervor. Bei der benutzten Frequenz von 1,2 MHz bedeutet das eine Abweichung von 6 kHz. Es ist zweckmäßig, bei diesen Frequenzen außer dem stabilisierenden Widerstand noch eine Kapazität von 3,5 pF einzufügen (Bild 6).

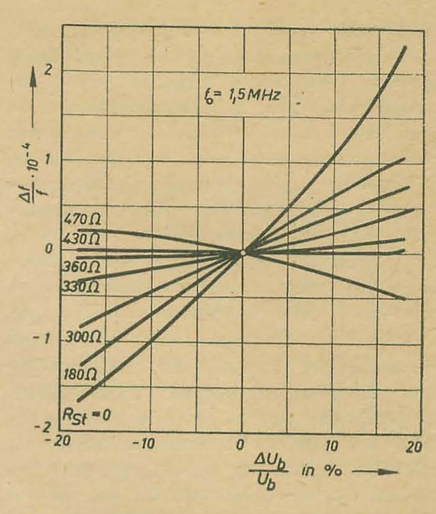


Bild 5: Frequenzänderung in Abhängigkeit der Betriebsspannung

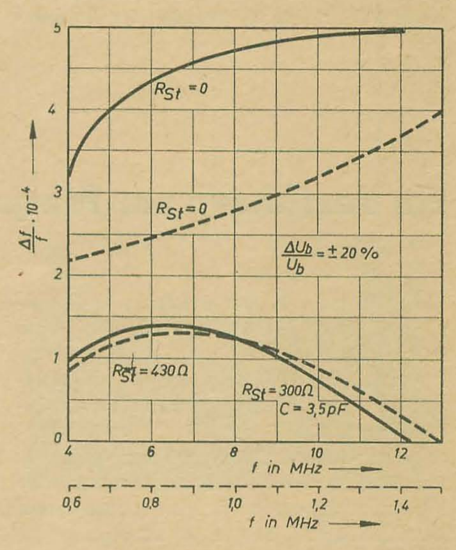


Bild 7: Stabilisierende Wirkung im M- und K-Bereich

Aus den Kurven im Bild 7 ist ersichtlich, daß sich die stabilisierende Wirkung im Mittelwellenbereich mehr auswirkt als im Kurzwellenbereich. Die Kurven gelten dabei für eine Spannungsänderung von $\pm 20\%$.

Bei der Ermittlung der stabilisierenden Widerstände wird der Frequenzgang am besten durch Interferenzfrequenzmessungen festgestellt. Es ist aber auch möglich, dazu die Abstimmanzeige des Empfängers zu benutzen.

Bei abgeschalteter Regelspannung wird auf einen Sender abgestimmt, bei dem die Sektoren der Abstimmanzeige sich wohl berühren, jedoch nicht überdecken. Anschließend wird die Betriebsspannung um 20 ··· 30% geändert. Dabei gehen die Sektoren der Abstimmanzeige auseinander. Der Stabilisierungswiderstand wird nun so eingestellt, daß sich die Sektoren möglichst weit einander nähern.

Abschließend ist zu bemerken, daß durch die Einschaltung des stabilisierenden Widerstandes weder die Steilheit noch die Kopplung verändert wird.

Aus der sowjetischen Zeitschrift Radio 7 (1962) S. 28 und 29, übersetzt von R. Grollmisch

Dipl.-Ing. P. BAUMANN, VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder)

Dipl.-Ing. M. HUNECK, Hochschule für Elektrotechnik Ilmenau **36**

Dynamische Kenngrößen der HF-Legierungstransistoren OC 871 und OC 872

Fortsetzung aus Heft 3 (1963)

Betrag der Steilheit in Emitterschaltung $|y_{21E}|$

Die Messung des Betrages der Steilheit wurde für je 20 Exemplare bei den Frequenzen 0,5; 2; 5 MHz (OC 871) bzw. 0,5; 1; 2; 5; 7 und 10 MHz (OC 872) vorgenommen. Die Mittelwerte wurden für beide Typen im Bild 6 eingetragen. Für die Frequenzen 0,5 MHz (OC 871) und 2 MHz (OC 872) wurde im VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) der Kennwert $|y_{21E}|$ von je 500 Exemplaren gemessen. Die dabei gewonnenen Mittelwerte stimmen gut mit den im Bild 6 angegebenen Werten überein.

Die Ursache der Frequenzabhängigkeit der Steilheit ist einmal in dem inneren physikalischen Vorgang des Transistors begründet. Betrachten wir einen pnp-Transistor, dann benötigen die Defektelektronen eine endliche Laufzeit, um den Basisraum zu durchqueren, d. h. von der Emitter-Basis-Sperrschicht zur Basis-Kollektor-Sperrschicht zu gelangen. Die Ladungsträger haben nun aber eine unterschiedliche Geschwindigkeit, außerdem ist der Weg von Sperrschicht zu Sperrschicht unterschiedlich (Emitter- und Kollektorpillen sind gewölbte Flächen). Betrachtet man den gesamten äußeren Transistor, dann bewirkt der Basisbahnwiderstand mit zunehmender Frequenz eine Spannungsteilung am Eingang. Diese Faktoren verringern die Amplitude des Kollektorwechselstromes und führen somit zu einer Abnahme des Betrages der Steilheit mit zunehmender Frequenz. *Minner* hat in [4] folgende empirisch ermittelte Beziehung für die Abhängigkeit des Betrages der Steilheit von der Frequenz aufgestellt, die sowohl für Legierungs- wie auch für Drifttransistoren gilt

$$|y_{21E}| \approx \frac{S_0}{\sqrt[3]{1 + f/f_k}} \cdot \frac{1}{1 + 2\pi f(\tau_B + \tau_C)}$$

Hierbei sind

$S_0 = |y_{21E}|_{f \to 0}$ die Steilheit bei tiefen Frequenzen,
f die Arbeitsfrequenz,
f_k eine Konstante (etwa 100 MHz),
τ_B die Zeitkonstante der Basis-Emitterstrecke und
τ_C die Zeitkonstante der Kollektor-Basisstrecke.

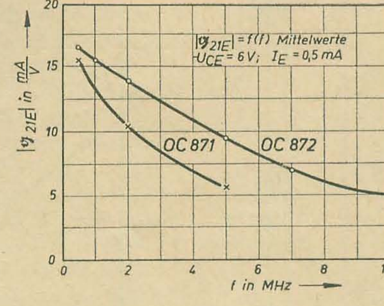




Bild 6: Mittelwerte der Steilheit in Emitterschaltung

Wie weiter in [4] festgestellt wurde, sind die beiden Zeitkonstanten vom Gleichstromarbeitspunkt des Transistors abhängig. In der Arbeit werden solche Abhängigkeiten für die Transistoren OC 615 und AF 101 angegeben. Umgekehrt läßt sich bei bekannten übrigen

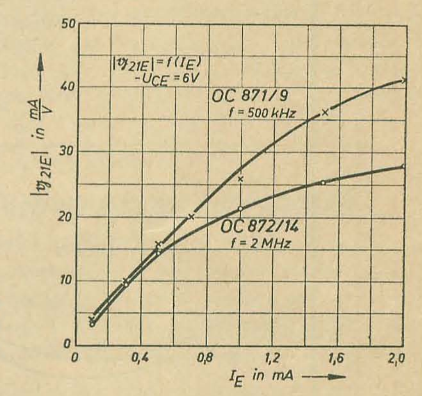


Bild 7: Mittelwerte der Steilheit als Funktion des Emittergleichstromes

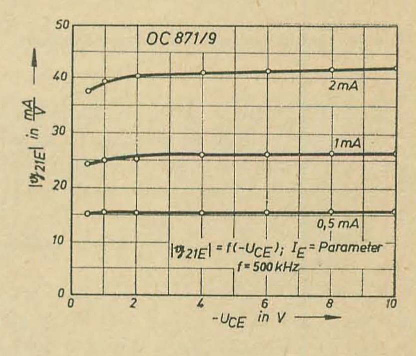


Bild 8: Mittelwerte der Steilheit als Funktion der Kollektorgleichspannung

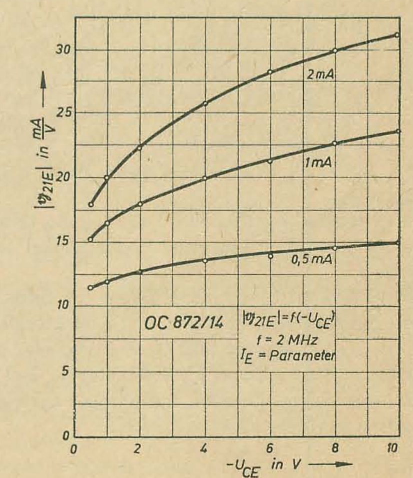


Bild 9: Mittelwerte der Steilheit als Funktion der Kollektorgleichspannung

Größen aus obiger Beziehung die Summe der Zeitkonstanten errechnen.
Um die Abhängigkeit der Größe $| y_{21E} |$ vom Gleichstromarbeitspunkt festzustellen, wurden an Mittelwerttransistoren OC 871 und OC 872 folgende Messungen durchgeführt:

1. Betrag der Steilheit als Funktion des Emittergleichstromes bei f = 0,5 und 2 MHz für einen OC 871 bzw. OC 872 (Bild 7).
2. Betrag der Steilheit als Funktion der Kollektorgleichspannung bei f = 500 kHz (OC 871) und f = 2 MHz (OC 872) und Emitterströmen von 0,5; 1 und 2 mA als Parameter (Bilder 8 und 9).

Auffallend ist die starke Zunahme des Steilheitsbetrages mit dem Emitterstrom. Aus der Theorie des Transistors ist bekannt, daß die sogenannte innere Steilheit bei tiefen Frequenzen der Beziehung $S_0 \approx 39 \cdot I_{E[mA]}$ [mS] genügt. Bei hohen Frequenzen ist diese Beziehung durch die oben genannten Effekte nicht mehr erfüllt.
Die Messung des Steilheitsbetrages erfolgte mit einer in [5] angegebenen Meßschaltung.

Komplexe Steilheit y_{21E}

In den bisherigen Diagrammen wurde nur der Betrag der Steilheit dargestellt. Zur Berechnung von Oszillatorschaltungen ist aber die Kenntnis der komplexen Steilheit notwendig. Daher wurde von verschiedenen Exemplaren die Ortskurve der komplexen Steilheit mit der Frequenz als Parameter gemessen und in die Bilder 10 (OC 871/1 u. 12, f = 0,3 ··· 3 MHz) und 11 (OC 872/3, 4 und 14, f = 0,5 ··· 5 MHz) eingetragen.

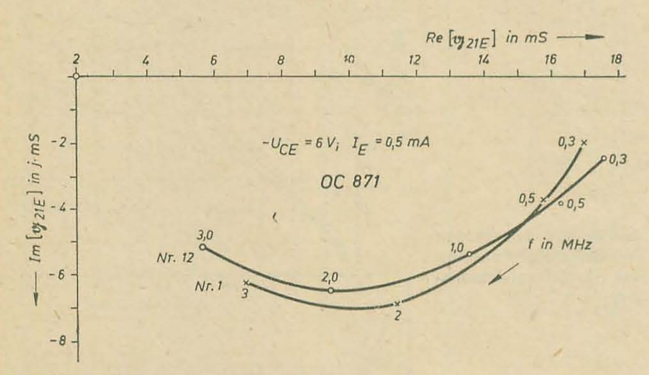


Bild 10: Ortskurven der komplexen Steilheit

Aus den Diagrammen lassen sich für jede Frequenz Real- und Imaginärteil der Steilheit entnehmen. Es ist jedoch üblicher, die Steilheit nach Betrag und Phase anzugeben, ähnlich wie bei Elektronenröhren. Da in den Diagrammen Real- und Imaginärteil im gleichen, linearen Maßstab aufgetragen sind, lassen sich Betrag $| y_{21E} |$ und Phasenwinkel $-\varphi_{21E}$ ganz einfach mittels Lineal und Winkelmesser ermitteln.
Für den Mittelwerttransistor OC 872/14 wurde aus der Ortskurvendarstellung (Bild 11) Betrag und Phase auf diese Weise ermittelt und im Bild 12 eingetragen. Wie man sieht, stimmt der Verlauf des Betrages mit den im Bild 6 dargestellten gut überein. Erwartungsgemäß steigt der Phasenwinkel $-\varphi_{21E}$ mit zunehmender Frequenz an, was sich durch die Laufzeiteffekte der Ladungsträger erklärt.
Bild 13 zeigt die Frequenzabhängigkeit von $| y_{21E} |$ und $-\varphi_{21E}$ für den schlechtesten (Nr. 6) und für den besten (Nr. 4) der untersuchten 20 Exemplare. Bei f = 2 MHz wird auch für den Transistor OC 872/6 der in [6] angegebene Wert von $| y_{21E} | \geqq 10$ mS eingehalten.
Man erkennt auch aus Bild 13, daß das sehr gute Exemplar Nr. 4 einen wesentlich kleineren Phasenwinkel als das Exemplar Nr. 6 hat.
Ein interessantes Ergebnis zeigen die Bilder 14 und 15. Dort sind die bei gegebener Frequenz und Kollektorgleichspannung gemessenen y_{21E}-Ortskurven mit I_E als Parameter eingetragen. In beiden Diagrammen ist deutlich festzustellen, daß die Phase $-\varphi_{21E}$ mit zunehmendem Emittergleichstrom ansteigt. Dieses Verhalten wurde in [7] ebenfalls gemessen.

Wird fortgesetzt

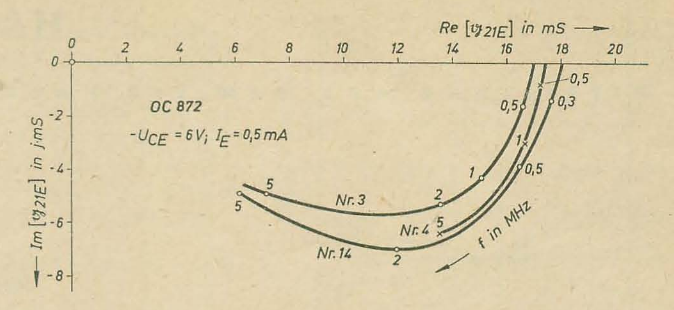


Bild 11: Ortskurven der komplexen Steilheit

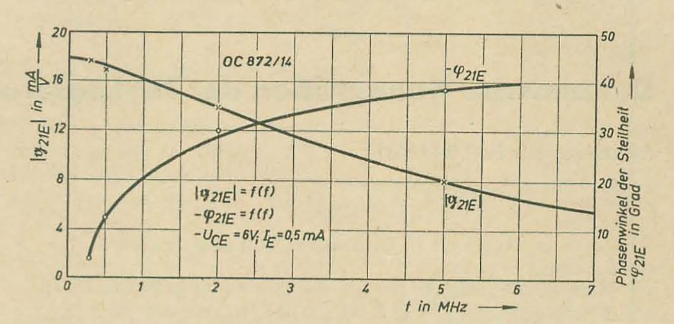


Bild 12: Betrag und Phase des Transistors Nr. 14 (OC 872)

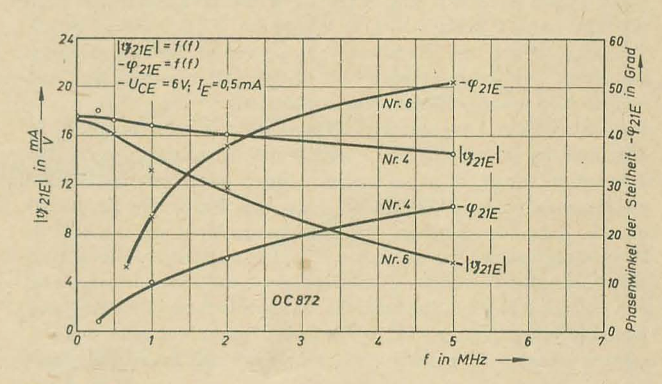


Bild 13: Betrag und Phase der Transistoren Nr. 4 und 6 (OC 872)

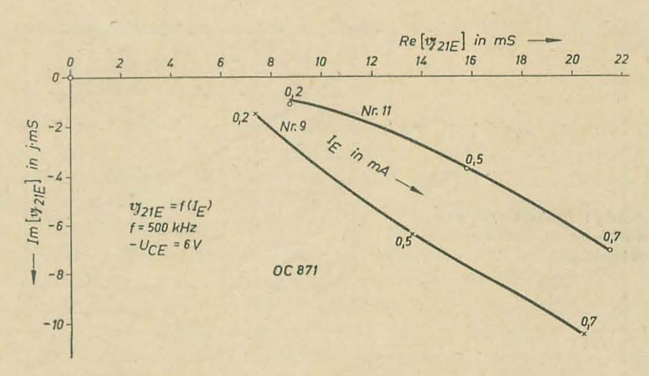


Bild 14: y_{21E}-Ortskurven mit I_E als Parameter (Nr. 9 und 11)

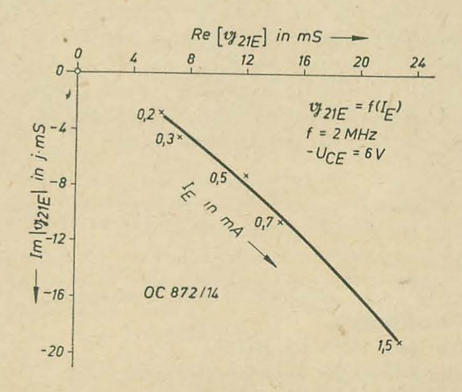


Bild 15: y_{21E}-Ortskurven mit I_E als Parameter (Nr. 14)

Fachbücher

G. Schwarze

Regelkreise mit I- und P-Reglern

Band 1 0 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

VEB Verlag Technik, Berlin

68 Seiten, 35 Bilder, 6 Tafeln, broschiert 4,80 DM

In diesem Band der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK beschreibt der Verfasser, der gleichzeitig Mitherausgeber dieser Reihe ist, zunächst an acht Beispielen die regelungstechnischen Besonderheiten des Störverhaltens der Regelkreise mit I- und P-Reglern. Ein gesonderter Band über I- und P-Regler erscheint gerechtfertigt, da es sich bei diesen Typen um billige Regler handelt, die in großen Stückzahlen eingesetzt werden. Die Beispiele wurden so gewählt, daß möglichst wenig Vorkenntnisse des betreffenden Fachgebietes notwendig sind; dadurch werden sie einem großen Leserkreis zugänglich.
Nach diesen Beispielen werden I- und P-Regler auf die verschiedensten Regelstrecken (mit und ohne Ausgleich, mit und ohne Totzeit) angewandt. Hier wird auf die angegebenen Beispiele zurückgegriffen und diese mit Zahlenwerten durchgerechnet, was wesentlich zum Verständnis beiträgt.
Der in der Praxis stehende Ingenieur wird die zu den einzelnen Kombinationen von Reglern und Strecken angegebenen Faustformeln begrüßen, die ihm wichtige Einstellhinweise der Regler vermitteln. Die Grenzen der Anwendbarkeit dieser Faustformeln werden angegeben. Zum Schluß wird auf kompliziertere Reglertypen (z. B. PID-Regler) hingewiesen, denen ein gesonderter Band der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK vorbehalten bleibt.
Dieser Band ist allen Ingenieuren und Technikern ohne spezielle Kenntnisse der Regelungstechnik und allen Meistern und Facharbeitern, die in der Automatisierung tätig sind und sich qualifizieren wollen, uneingeschränkt zu empfehlen.

Karl Otto und Horst Müller

Flächentransistoren

Praktische Anwendung in der Niederfrequenztechnik und im Transverter

2. Auflage

VEB Verlag Technik, Berlin

265 Seiten, 214 Bilder, zahlreiche Tabellen, Ganzlederin 12,80 DM

Die gute Aufnahme, die die „Flächentransistoren" bei den Lesern gefunden haben, machte einen schnellen Nachdruck notwendig. In der vorliegenden zweiten, durchgesehenen Auflage wurde deshalb nur in geringem Umfang Neues eingearbeitet.
Ausgehend vom Leitungs- und Verstärkungsmechanismus der Halbleiter über den prinzipiellen Aufbau und das statische Verhalten des Transistors werden Halbleiterverstärker, Kennwertdarstellung, Kennlinien und Verstärkereigenschaften für Kleinsignal-Niederfrequenzverstärkung ausführlich behandelt. Neben dem Prüfen und Messen von Flächentransistoren werden Endstufen sowie in einem besonderen Abschnitt „Transverter" beschrieben.
Die vielen Faktoren, die die Arbeitsweise der Transistoren bzw. der Transistorschaltungen beeinflussen, machen eine gründliche Darstellung aller Zusammenhänge notwendig, die zeigt, daß einwandfrei arbeitende Transistorschaltungen zuerst wohl überlegt und durchgerechnet, dann praktisch erprobt und korrigiert werden müssen. Das vorliegende Fachbuch liefert daher keine fertigen Rezepte, sondern vermittelt u. a. logische Überlegungen, die beim Entwerfen von Schaltungen zu beachten sind und die auch das Berechnen spezieller Verstärker möglich machen. Darauf ist vor allen Dingen der Inhalt dieses ausgezeichneten Fachbuches ausgerichtet.
Die einfach gehaltene Theorie des Leitungsmechanismus und des Verstärkungsvorganges beschränkt sich bewußt auf das zum Verständnis Notwendige. Um so gründlicher werden die Abhängigkeiten der Kenndaten von der Exemplarstreuung, der Temperatur und dem Arbeitspunkt behandelt und darauf aufbauend das Verhalten der Verstärkerschaltungen erläutert und ihre praktische Berechnung durchgeführt. *Retleb*

J. Kammerloher

Elektrotechnik des Funktechnikers

Band I und Band II

4., verbesserte und erweiterte Auflage

VEB Verlag Technik, Berlin, 1962

Band I: 242 Seiten, 156 Bilder, 10,50 DM
Band II: 359 Seiten, 235 Bilder, 12,80 DM

Diese beiden Bände konnten sich durch ihren leicht anschaulich gebotenen Inhalt einen guten Platz in der Fachliteratur der Schwachstromtechnik sichern. Dies zeigt auch schon die vorliegende 4., verbesserte und erweiterte Auflage. Vor allem unter den Praktikern sind diese Bände beliebt, da hierin schwierige Probleme mit Hilfe der Elementarmathematik leicht faßlich behandelt werden, also durch zweckmäßiges Umgehen der höheren Mathematik. Als typisches Beispiel sei hier die Behandlung der Einschwingvorgänge angeführt, die im zweiten Band enthalten ist. Hierzu wurde die am Anfang des zweiten Bandes beschriebene symbolische Rechnung derart erweitert, daß die Endgleichung nach kleinen Umstellungen sofort das Rechenergebnis eines Schaltvorganges liefert. Die erforderlichen Größen für die Endgleichung der erweiterten symbolischen Rechnung gewinnt man aus der Spannungs- oder Stromgleichung des zu berechnenden Kreises. Das Verfahren besitzt starke Ähnlichkeit mit der Operatorenrechnung, doch mit dieser wird der Leser eben nicht belastet.
Beide Bände wurden unter Berücksichtigung der gesetzlich festgelegten Einheiten neu bearbeitet. Ein neues Kapitel wurde im ersten Band eingearbeitet. Dieses Kapitel behandelt die Heißleiter. Interessant wird diese Abhandlung durch die eingefügten Anwendungs- und Berechnungsbeispiele aus der Praxis.
Ebenfalls sehr erfreut kann der Leser über den neuen strapazierfähigen Einband sein. *Orlik*

AUFGABEN UND LÖSUNGEN

Bearbeitet von R. GÄRTNER

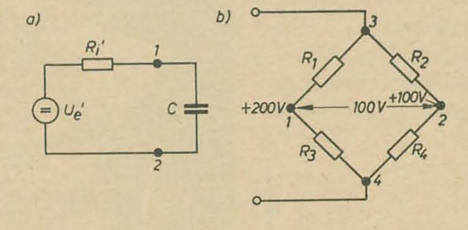
Lösung zur Aufgabe 9:

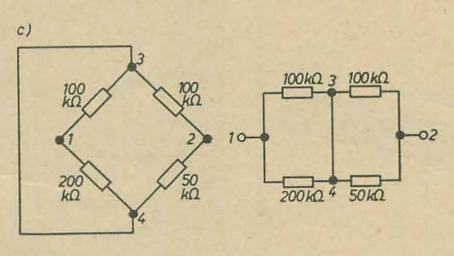
Zur Lösung der Aufgabe ersetzen wir die Brückenschaltung an den Punkten 1 und 2 durch das Ersatzschaltbild a) mit der Ersatzspannungsquelle U_e' und dem Ersatzinnenwiderstand R_i'. Die Ersatzspannung U_e' ist die Spannung, die wir im Leerlauf zwischen den Punkten 1 und 2 erhalten, während zur Berechnung des Ersatzinnenwiderstandes R_i' alle Spannungsquellen durch Kurzschlüsse ersetzt werden. Da nach Bild b) der Punkt 1 auf + 200 V, der Punkt 2 auf + 100 V liegen, ist die Differenz beider Spannungen gleich 100 V. Diese Spannung ist die gesuchte Ersatzspannung U_e'. Schließen wir die Punkte 3 und 4 kurz, so erhalten wir nach Bild c) einen Ersatzinnenwiderstand von $R_i' = 100\ k\Omega$.
Demnach beträgt der Einschaltstrom im Kondensator C

$$I_o = \frac{U_e'}{R_i'} = \frac{100\ V}{100\ k\Omega} = 1\ mA$$

und für die Zeitkonstante gilt

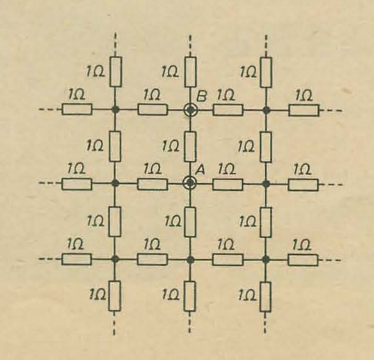
$$R_i' \cdot C = 100\ k\Omega \cdot 10\ \mu F = 1\ s$$





Aufgabe 10:

Ein Netzwerk mit 1-Ω-Widerständen soll eine Ebene mit unendlicher Ausdehnung bedecken. Wie groß ist der Widerstand, der zwischen zwei benachbarten Punkten A und B des Netzwerkes zu messen ist?



Halbleiter-Bauelemente

Physikalische Grundlagen, Aufbau und Herstellung der Dioden und Transistoren
von K. Grauhering
2., bearbeitete Auflage
12×19 cm, 76 S. · 50 Abb. · 2 Tafeln · broschiert 3,— DM

Trotz hohen Umfanges der ersten Auflage wurde nach überraschend kurzer Zeit schon die 2., bearbeitete Auflage notwendig. Das ist verständlich, denn die fortschreitende Entwicklung der Halbleitertechnik wie Dioden und Transistoren beeinflußt entscheidend viele Gebiete der Elektrotechnik, z. B. den Rundfunk, das Fernsehen, die Nachrichtentechnik und die Automatisierungstechnik. Es lohnt sich also schon, sich mit dem Gebiet der Halbleiter-Bauelemente vertraut zu machen.
In leicht verständlicher Weise macht der Verfasser die Leser mit den physikalischen Vorgängen, den Werkstoffen von der Aufbereitung bis zur fertigen Diode bzw. bis zum Transistor sowie auch mit dem Kristallgleichrichter bzw. Halbleiterverstärker bekannt. Viele Bilder, Tabellen und Literaturangaben ergänzen den Text.

Nur durch den Buchhandel erhältlich.



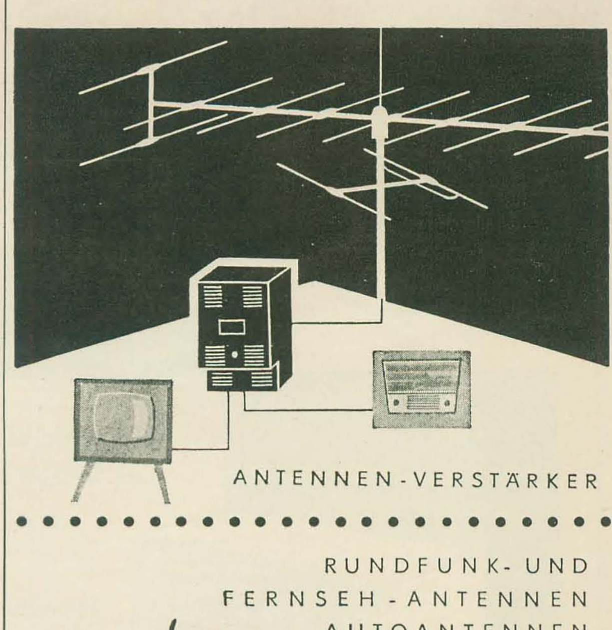
VEB VERLAG TECHNIK · BERLIN

PGH „FUNKTECHNIK"
Dresden N 6, Obergraben 6, Fernruf: 53074

Lautsprecher-Spezialwerkstatt

Reparatur aller Fabrikate und Typen bis 40 W

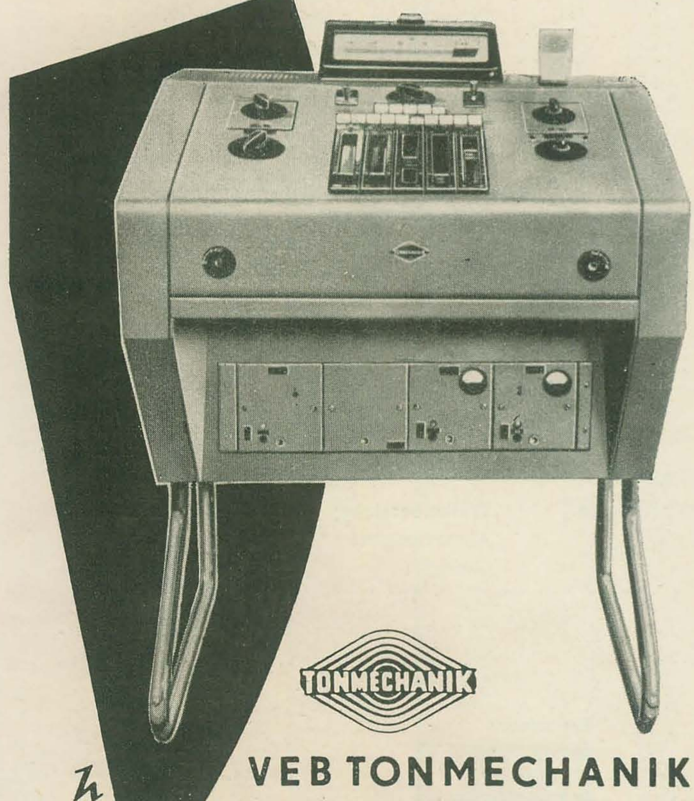
Kurzfristige Lieferzeit



RUNDFUNK- UND
FERNSEH-ANTENNEN
AUTOANTENNEN
ZUBEHÖR

VEB ANTENNENWERKE BAD BLANKENBURG

Zur Leipziger Messe im Städtisches Kaufhaus, II. Etage



Für den Aufbau kleiner und mittlerer Studios

Studio-Regietisch RT 600 bzw. RT 601

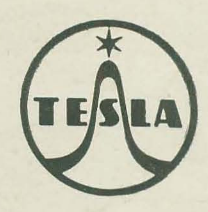
Anschlußmöglichkeiten für:

2 Kondensator-Mikrofone
2 Magnettontruhen MT 600 ... 605
2 Modulationsquellen + 6 dB nach Wahl
z. B. Nadeltontruhen NT 600 ... 601
oder weitere Magnettontruhen
2 Modulationsquellen — 14 dB nach Wahl

Neben den Mikrofon- und Übertragungsverstärkern enthält der Regietisch die wichtigsten, für hochwertige Aufnahmen und Übertragungen benötigten Zusatzgeräte und ermöglicht die einwandfreie Aussteuerung, Mischung und Überblendung der einzelnen Modulationsquellen.

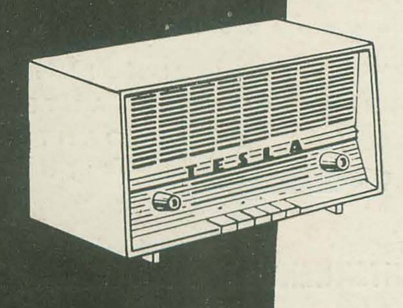
VEB TONMECHANIK BERLIN-HOHENSCHÖNHAUSEN

Zur Leipziger Messe: Haus der Rundfunk- und Fernsehgeräte- Technik (Städtisches Kaufhaus)



TESLA

Die tschechoslowakischen Erzeugnisse der Marke TESLA sind durch ihre Qualität weltbekannt!



Transistor-Tischempfänger 314 B

Transistorbestückung:	7 Transistoren + 2 Dioden
Wellenbereiche:	20 – 50 m
	186 – 570 m
	1000 – 2000 m
Abmessungen:	320 × 175 × 165 mm
Gewicht:	2,5 kg



Transistorisiertes Tonbandgerät START

Transistorbestückung:	6 Transistoren
Bandgeschwindigkeit:	4,76 cm/s
Laufzeit:	2 × 22 min.
Abmessungen:	260 × 160 × 100 mm
Gewicht:	2,9 kg

Transistor-Empfänger T 61

Transistorbestückung:	7 Transistoren + 2 Dioden
Wellenbereiche:	20 – 50 m
	186 – 570 m
	1000 – 2000 m
Abmessungen:	80 × 200 × 255 mm
Gewicht:	2,6 kg

Transistor-Tischempfänger T 60 A

Transistorbestückung:	6 Transistoren + 2 Dioden
Wellenbereiche:	530 – 1520 kHz
Abmessungen:	140 × 80 × 39 mm
Gewicht:	450 g

Importeur:

Heim-Electric,
Deutsche Export- und Importgesellschaft m. b. H.
Berlin C 2, Liebknechtstraße 14

Exporteur:



Praha, Dukelských hrdinů 47, Tschechoslowakei